

**Universidad de Costa Rica
Sede Rodrigo Facio
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial**

Proyecto de Graduación

**Rediseño del sistema de alisto del Área de almacenamiento y distribución de
la Caja Costarricense de Seguro Social**

**Sustentantes
Melanie Fallas Rojas
Alejandro Herrán Prat
Valeria Varela Rojas**

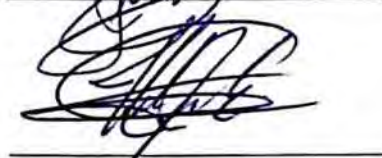
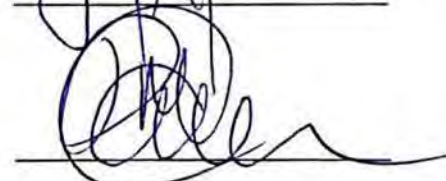
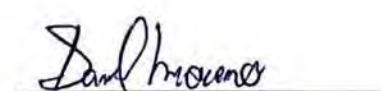
Para optar por el grado de Licenciatura de Ingeniería Industrial

Noviembre, 2023

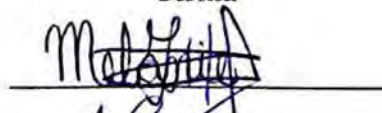
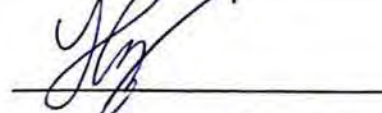
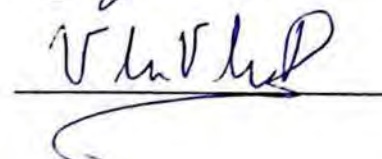
Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Rediseño del sistema de alisto del Área de almacenamiento y distribución de la Caja Costarricense de Seguro Social

Tribunal Evaluador

Nombre	Firma	Fecha
Ing. Yendry Fernandez <i>Representante de la dirección</i>		<u>13-12-2023</u>
Dr. Hanzel Grillo Espinoza <i>Director del comité asesor</i>		<u>13-12-2023</u>
M.Sc José Roig Zamora <i>Asesor técnico</i>		<u>11/12/2023</u>
M.Sc Pamela Molina Masis <i>Profesional contraparte</i>		<u>11/12/2023</u>
M.Sc Daniel Moreno <i>Profesor lector</i>		<u>11-12-2023</u>

Sustentantes

Nombre	Firma	Fecha
Melanie Fallas Rojas		<u>13/12/2023</u>
Alejandro Herrán Prat		<u>11/12/2023</u>
Valeria Varela Rojas		<u>11-12-2023</u>

Agradecimientos y dedicatoria

Melanie Fallas Rojas

En primer lugar, agradezco en especial a mi madre Elsie, sin su incondicional amor, apoyo, ánimos, y bondad durante toda mi vida no podría estar concluyendo esta etapa, así como a mi hermana Estefanía, quien ha sido un pilar de apoyo para mí en el camino; a ambas les dedico mi tesis. También, agradezco a mi familia y a mis amigos, quienes han sido una fuente de inspiración y felicidad en este proceso. A mis amigos de tesis, Valeria y Alejandro con quienes he compartido todas las frustraciones y alegrías de este proyecto, de quienes me siento muy orgullosa y les deseo los mayores éxitos en sus vidas personales y profesionales.

Finalmente, agradezco al ALDI de la CCSS, principalmente a Pamela y a Ronny, su amabilidad y cooperación fueron clave para realizar este trabajo. A los profesores Hanzel Grillo y José Roig, quienes con sus ánimos, retroalimentaciones y desafíos se aseguraron que este trabajo se mantuviera interesante y produjéramos juntos un producto final del cual estamos satisfechos.

Alejandro Herrán Prat

Quiero expresar mi agradecimiento a mi madre, quien, a pesar de no estar con nosotros, sigue siendo mi principal influencia y motivación. Agradezco a mi padre, Francisco, y a mis abuelas, Marta y Helena, por su apoyo constante, generosidad y confianza. Mis amigos y hermanos también merecen mi gratitud.

Asimismo, reconozco al Profesor Hanzel Grillo por su inestimable orientación, motivación y enseñanza, así como al Profesor José Roig por sus valiosos consejos y asesoramiento en esta tesis.

Mi agradecimiento se extiende a Pamela Molina, Ronny Azofeifa y a todo el personal del ALDI por su disposición y apoyo en la elaboración de este proyecto.

Finalmente, quiero destacar a mis compañeras Melanie y Valeria, ya que esta tesis es un testimonio de nuestro trabajo conjunto y del esfuerzo que dedicamos. Su colaboración y amistad han sido fundamentales en este proyecto.

Valeria Varela Rojas

Le agradezco, en primer lugar, a Dios por brindarme fortaleza y bendecir mi camino en esta etapa de mi vida, de principio a fin, con su infinito amor. A mi madre Sarita, por aguantar mis momentos de estrés y angustia, así como a mi padre, Edwin, por creer en mí y apoyarme incondicionalmente hasta el último día de su vida; este proyecto es dedicado a ambos. A mi hermana, Karina, que me apoyó a través de toda esta experiencia con su alegría y sinceridad. A mi familia y amigos por su constante motivación y apoyo.

Agradezco especialmente a mis compañeros de tesis, Mela y Ale, que nunca se rindieron ante los momentos difíciles del proyecto y me inspiraron a perseverar hasta el final con su esfuerzo y amistad.

Agradezco a la gerencia y al personal del ALDI de la CCSS por abrirnos las puertas para realizar este proyecto en el almacén, así como a Pamela y a Ronny por su constante apoyo y disponibilidad. A la Escuela de Ingeniería Industrial, especialmente a los profesores Hanzel y Jose, por brindar guía y retroalimentación en el desarrollo de cada etapa del proyecto.

Resumen

Este proyecto corresponde al trabajo final de graduación para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica. En este se desarrolla el rediseño del sistema de alisto del Área de Almacenamiento y Distribución (ALDI) de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS). El ALDI corresponde a uno de los cuatro almacenes que la CCSS tiene disponible, el mismo distribuye desde medicamentos hasta todo tipo de suministros que necesiten las 105 áreas de salud y 29 hospitales que atienden alrededor de todo el país. Este trabajo consta de cuatro secciones principales: Propuesta del proyecto, diagnóstico, diseño y validación.

A partir de un análisis previo al estado actual de las operaciones de la bodega del ALDI, se determina que la gestión actual del sistema de alisto presenta ineficiencias, en cuanto a la zonificación realizada, la estrategia de alisto, el método de preparación de pedidos, tipo de alisto, así como en el seguimiento de indicadores para el monitoreo de su desempeño. Asimismo, se identifica que el almacén no cumple con estándares de buenas prácticas en comparación con aquellos de clase mundial, con niveles de exactitud en los pedidos enviados menores al 85 %. Esto impacta de manera negativa la gestión y el manejo de recursos del sistema.

Al determinar la problemática a abarcar, se procede a diagnosticar el sistema de alisto del ALDI. En cuanto a la estrategia, se identifica que los criterios utilizados para los métodos de procesamiento de pedidos en las líneas no han sido definidos y que el sistema de manejo de almacenes (SIGES) presenta falencias que complican el alisto de pedidos, además que la falta de criterios de zonificación de los productos y una metodología de secuenciamiento inexistente afecta el tiempo de preparación de estos, al conllevar una tasa de devoluciones del 20,31 % en las rutas de alisto y un 11,35 % de reconfiguraciones de tarimas.

Con respecto a la operación de alisto se determina que no existe un proceso estandarizado para este, además de que los procesos documentados no reflejan con precisión la ejecución de este. También, el proceso cuenta con un alto porcentaje de tareas que no agregan valor (54,55 %) y le adhieren complejidad, lo cual es respaldado con los resultados del muestreo de trabajo, que indican un 10 % de tiempo improductivo evitable y un 46,67 % de tiempo no productivo inevitable.

Esta falta de estandarización procedimental, así como de puntos de control resultan en inconsistencias en los pedidos, causadas mayoritariamente por errores de despacho asociadas al sistema de alisto, los cuales representan el 87 % de las incidencias registradas en farmacia y 93 % en proveeduría.

Con base en estos hallazgos, la propuesta pretende rediseñar las condiciones estratégicas y operativas del sistema de alisto mediante el ajuste de métodos de trabajo, con el propósito de proponer un sistema enfocada a la mejora en eficiencia. Por lo tanto, los indicadores de éxito para este proyecto pretenden medir la utilización del tiempo efectivo laboral de los alistadores, la productividad del sistema y el nivel de satisfacción de la organización con las propuestas planteadas.

A nivel estratégico se proponen criterios para la aplicación de los métodos de procesamiento del *complete order picking* (que en español se refiere al alisto de una orden completa) y *split order picking* (que en español se refiere al alisto de una orden parcial) en pedidos ordinarios, así como criterios para el *batch order picking* (se refiere al alisto de lotes o un conjunto de órdenes) en el caso de los extra-pedidos. En segundo lugar, se plantean los requisitos funcionales necesarios para que el tipo de alisto, es decir el sistema de manejo

Cita bibliográfica: Fallas Rojas, M., Herrán Prat, A., Varela Rojas, V., (2023). Rediseño del sistema de alisto del Área de almacenamiento y distribución de la Caja Costarricense de Seguro Social. [Trabajo final de graduación de licenciatura en Ingeniería Industrial]. Universidad de Costa Rica

Tutor

Dr. Hanzel Grillo Espinoza

Palabras claves

Ingeniería industrial, Logística, Operaciones del almacén, Rediseño del alisto

Resumen

Este trabajo final de graduación para obtener la Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica se centra en el rediseño del sistema de alisto del Área de Almacenamiento y Distribución (ALDI) de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS).

El diagnóstico evidencia deficiencias en la gestión del sistema de alisto de pedidos, que van desde la falta de una estrategia claramente definida y la omisión de buenas prácticas, hasta ineficacias a nivel operativo.

La propuesta de rediseño aborda estratégicamente la aplicación de métodos de procesamiento de pedidos, la zonificación basada en criterios de popularidad, peso y tipo de bulto, el diseño de procesos estandarizados. Se introducen criterios para el tipo de alisto y requisitos funcionales para el sistema de manejo de almacén. Además, se desarrollan herramientas para aumentar la eficiencia en el ámbito operativo, como algoritmos de agrupación de pedidos y de optimización de rutas.

La validación de las propuestas muestra ahorros significativos en distancias recorridas y mejoras en la productividad. Los indicadores de éxito revelan aumentos sustanciales en la utilización potencial, productividad y satisfacción del personal con las propuestas. En resumen, el proyecto propone un rediseño integral del sistema de alisto del ALDI, abordando ineficiencias y mejorando significativamente la eficiencia y la satisfacción del personal.

de almacén utilizado (SIGES), sea pertinente y respalde las operaciones del sistema de alisto del ALDI, reduciendo también las tareas manuales.

Por otro lado, se propone una zonificación de productos basada en criterios de popularidad y peso, realizada mediante la clasificación ABC, junto con una herramienta para el acomodo de los productos dentro de las zonas propuestas, la cual toma en cuenta los pesos y las distancias entre las posiciones con las zonas de despacho.

A nivel de procesos, se diseña el proceso de asignación de pedidos, debido a la carencia de un método estándar para la asignación de estos, el peligro a la continuidad de la preparación de pedidos y la eliminación de tiempos ociosos. Asimismo, se realiza el rediseño del proceso de alisto de pedidos, obteniendo de esta manera la simplificación del proceso, la reducción de las inconsistencias debido a la inspección incorporada, el alineamiento del proceso con la estrategia propuesta y un aumento del valor agregado de las tareas en 13 puntos porcentuales aproximadamente.

Por último, se desarrollan herramientas críticas que afectan la metodología de preparación de pedidos, así como el tiempo que conlleva esta actividad, presentadas por medio de aplicaciones web para facilitar su uso al personal. La primera de estas se basa en la agrupación de pedidos basada en algoritmos meta-heurísticos de búsqueda Tabú, lo cual resulta en la automatización y mejora del alisto por medio de la formación de grupos de pedidos según los criterios definidos en la estrategia. La segunda se basa en la optimización de rutas de alisto por medio de algoritmos meta-heurísticos de computación evolutiva, siendo su objetivo la automatización de la creación de rutas de preparación de pedidos que minimicen las distancias recorridas y brindan guía a los alistadores.

De manera conjunta, se comprueba que las propuestas de diseño ofrecen beneficios para el sistema de alisto; de acuerdo con la validación de las mismas a nivel de la línea de proveeduría, para pedidos ordinarios se esperan ahorros en las distancias recorridas por pedido de hasta 29,63 %, equivalentes a alrededor de 14 horas reducidas para la línea a nivel semanal, mientras que para extra-pedidos se esperan ahorros en desplazamientos de hasta 60,86 %, equivalentes a 17 horas semanales reducidas en comparación a las necesidades actuales de alisto.

Por último, los indicadores de éxito del proyecto demuestran el impacto de las propuestas desarrolladas. En primer lugar, la utilización potencial en el caso de pedidos ordinarios de proveeduría asciende a 64,70 %, lo cual implica un incremento de 10,96 puntos porcentuales, mientras que en el caso de extra-pedidos la utilización potencial al aplicar las propuestas asciende a 70,36 % con un incremento de 39,83 puntos porcentuales. Por otro lado, la productividad al evaluar las propuestas es de 48,4 pedidos por semana, en pedidos ordinarios de proveeduría, lo cual implica un incremento de 24 %. En el caso de extra-pedidos, la productividad obtenida es de 241,9 pedidos para esta línea semanalmente, lo cual implica un aumento del 60 %, con respecto al actual. Finalmente, se evalúa la satisfacción de la organización con las propuestas desarrolladas, mediante el entrenamiento del personal clave en estas, así como realizando una encuesta de satisfacción, de lo cual se obtiene que el 100 % del personal asistente del entrenamiento considera que las propuestas son aplicables, útiles y pertinentes al sistema de alisto, demostrando de esta forma el interés en el proyecto realizado.

Índice

Introducción	14
Capítulo 1. Propuesta de proyecto	15
1.1 Descripción de la organización	15
1.2 Justificación del proyecto	15
1.3 Enunciado del problema	17
1.4 Alcance	18
1.5 Beneficios del proyecto	18
1.5.1 Beneficios asociados a la sociedad	18
1.5.2 Beneficios asociados a la organización	18
1.6 Objetivo general e indicadores de éxito	18
1.6.1 Objetivo general	18
1.6.2 Indicadores de éxito	18
1.7 Marco de referencia teórico	19
1.7.1 Marco conceptual	19
1.7.2 Marco contextual	26
1.7.3 Metodología general	28
1.7.4 Cronograma de trabajo	30
Capítulo 2. Diagnóstico	32
2.1 Objetivos	32
2.1.1 Objetivo general	32
2.1.2 Objetivos específicos	32
2.2 Metodología del diagnóstico	32
2.3 Estudio de la pertinencia del sistema de alisto	34
2.3.1 Caracterización de los métodos de trabajo del alisto	34
2.3.2 Estudio de relaciones	44
2.3.3 Análisis de pertinencia del alisto	46
2.4 Análisis de capacidad actual	59
2.4.1 Perfil de comportamiento de la demanda	60
2.4.2 Muestreo del trabajo	67
2.4.3 Estudio de tiempos	73
2.4.4 Formulación del estudio	73
2.4.5 Análisis de capacidad	76
2.5 Identificación las causas y efectos asociados a los reprocesos, inconsistencias y al pago de horas extra	79
2.5.1 Inconsistencias en el alisto	79
2.5.2 Causas y efectos de las horas extra	83
2.6 Medición del desempeño del sistema actual	85
2.6.1 Desempeño actual del proceso de alisto	85

2.6.2	Productividad	85
2.6.3	Días a favor con respecto a la fecha agendada de entrega	86
2.6.4	Porcentaje de pedidos enviados completos	89
2.7	Conclusiones de la fase de diagnóstico	90
Capítulo 3. Diseño		93
3.1	Objetivos	93
3.1.1	Objetivo general	93
3.1.2	Objetivos específicos	93
3.2	Metodología del diseño	93
3.3	Rediseño de la estrategia y del proceso de alisto	95
3.3.1	Rediseño de la estrategia de alisto	95
3.3.2	Proceso de asignación de pedidos	116
3.3.3	Proceso de alisto de pedidos	122
3.4	Diseño de los métodos operativos de alisto	132
3.4.1	Secuenciamiento del alisto	133
3.4.2	Agrupación de extra-pedidos	137
3.5	Conclusiones de la fase de diseño	140
Capítulo 4. Validación		142
4.1	Objetivos	142
4.1.1	Objetivo general	142
4.1.2	Objetivos específicos	142
4.2	Metodología de la validación	142
4.3	Cuantificación de los beneficios de implementación de los métodos operativos críticos propuestos	142
4.3.1	Pruebas controladas	142
4.4	Presentación y entrenamiento del personal sobre las propuestas	156
4.4.1	Validación de las propuestas desarrolladas para el proceso de aliste del ALDI	156
4.5	Indicadores de éxito del proyecto	161
4.5.1	Utilización del alistador	161
4.5.2	Productividad	161
4.5.3	Satisfacción de la organización	163
4.6	Conclusiones de la fase de validación	163
Conclusiones generales		165
Recomendaciones		167
Referencias bibliográficas		169
Glosario		174

Abreviaturas y acrónimos	175
Apéndices	176

Índice de tablas

Tabla 1	Indicadores de éxito definidos	19
Tabla 2	Metodología general	29
Tabla 3	Metodología general	30
Tabla 4	Cronograma de trabajo	31
Tabla 5	Metodología de la fase de diagnóstico	33
Tabla 6	Análisis de valor agregado para el proceso de alisto para las líneas de farmacia, proveeduría y extra-pedidos	41
Tabla 7	Frecuencia de reprocesos observados en el secuenciamiento	43
Tabla 8	Pasillos obstaculizados por tarimas	44
Tabla 9	Productos en desabastecimiento por pasillo	45
Tabla 10	Dimensiones del sistema de alisto del ALDI por línea	50
Tabla 11	Distribución de extra-pedidos según el tipo solicitado	66
Tabla 12	Determinación de tamaños de muestra para muestreo de trabajo	68
Tabla 13	Resultados del muestreo del trabajo de alistadores	69
Tabla 14	Error de estimación del muestreo	73
Tabla 15	Suplementos propuestos	75
Tabla 16	Resultados del cálculo de tiempo estándar	76
Tabla 17	Resultados del estudio de productividad	86
Tabla 18	Resultados del cálculo de días a favor con respecto a la entrega	89
Tabla 19	Metodología de la fase de diseño	94
Tabla 20	Ahorro al dividir los pedidos según número de alistadores	98
Tabla 21	Total de productos según familia y clasificación den la zona de farmacia	105
Tabla 22	Total de productos según familia y clasificación de la zona de proveeduría	108
Tabla 23	Notación del modelo propuesto de asignación de ubicaciones	112
Tabla 24	Análisis de valor agregado para el proceso propuesto de alisto para las líneas de farmacia y proveeduría	130
Tabla 25	Análisis de valor agregado para el proceso propuesto de alisto para la línea de extra-pedidos	130
Tabla 26	Metodología de la fase de validación	143
Tabla 27	Pruebas controladas realizadas	144
Tabla 28	Coeficiente de variación de las distancias obtenidas para cada pedido por medio del algoritmo propuesto, considerando el escenario donde se implementa únicamente el secuenciamiento	146
Tabla 29	Coeficiente de variación de las distancias obtenidas para cada pedido por medio del algoritmo propuesto, considerando el escenario donde se implementa la propuesta completa	147
Tabla 30	Media y desviación estándar de los ahorros porcentuales por método para el pedido San Francisco-San Antonio	147
Tabla 31	Resultados de la prueba Mann-Whitney para distancias de las propuestas en pedidos ordinarios	149
Tabla 32	Media y desviación estándar de los ahorros porcentuales por método	150
Tabla 33	Resultados de la prueba ANOVA para ahorros de las propuestas en pedidos ordinarios . .	150

Tabla 34	Intervalos de confianza para el ahorro porcentual según el método	151
Tabla 35	Ahorros semanales obtenidos a partir de la disminución en distancias recorridas por método	152
Tabla 36	Ahorros económicos obtenidos a partir de la disminución en distancias recorridas por método	152
Tabla 37	Resultados de prueba de Mann-Whitney para las distancias recorridas en extra-pedidos . .	155
Tabla 38	Intervalo de confianza del 95 % para la media de las distancias de extra-pedidos	155
Tabla 39	Ahorros económicos obtenidos a partir de la disminución en distancias recorridas por método para extra-pedidos	156
Tabla 40	Ahorros en tiempo obtenidos a partir de la disminución en distancias recorridas para extra-pedidos	156
Tabla 41	Plan para la capacitación	159
Tabla 42	Resultados de utilización de extra-pedidos	161
Tabla 43	Resultados de utilización de pedidos ordinarios mensuales (proveeduría)	161
Tabla 44	Cantidad de pedidos alistados por semana	162
Tabla 45	Cantidad de pedidos alistados por semana	162

Índice de figuras

Figura 1	Mapa mental de la etapa de diagnóstico del proceso de investigación	34
Figura 2	Diagrama SIPOC para el proceso de alisto de las líneas de farmacia, proveeduría y extra-pedidos	35
Figura 3	Ejemplo de una tarima embalada y rotulada	36
Figura 4	Cursograma del proceso de alisto de las líneas farmacia, proveeduría y extra-pedidos . . .	38
Figura 5	Diagrama de relaciones	44
Figura 6	Complejidad de sistemas de alisto de pedidos	47
Figura 7	Matriz de sistema de alisto de pedidos, cuando el tamaño del pedido es superior a $0,5 m^3$.	49
Figura 8	Matriz de sistema de alisto de pedidos, cuando el tamaño del pedido es menor a $0,5 m^3$.	49
Figura 9	Distancias recorridas para diferentes tamaños de <i>batch</i>	52
Figura 10	Distancia recorrida en el alisto según el tipo de carretilla	53
Figura 11	Gráfico de cajas de la distancia recorrida en el alisto según el tipo de carretilla	54
Figura 12	Tiempo en recorrido en el alisto según el tipo de carretilla	55
Figura 13	Gráfico de cajas del tiempo en recorrido en el alisto según el tipo de carretilla	55
Figura 14	Zonificación por familias de productos de la zona de alisto	57
Figura 15	Distribución de las órdenes - farmacia	59
Figura 16	Distribución de las órdenes - proveeduría	60
Figura 17	Distribución de cajas/tarimas - farmacia	61
Figura 18	Distribución de cajas/tarimas - proveeduría	61
Figura 19	Cantidad de pedidos solicitados por mes en farmacia y proveeduría	62
Figura 20	Cantidad de pedidos solicitados por mes en extra-pedidos	63
Figura 21	Despachos mensuales en tarimas y cajas de varios en farmacia en el año 2022	63
Figura 22	Despachos mensuales en tarimas y cajas de varios en proveeduría en el año 2022	64
Figura 23	Distribución de pedidos según la cantidad de líneas por producto en farmacia	65
Figura 24	Distribución de pedidos según la cantidad de líneas por producto en proveeduría	65
Figura 25	Distribución de pedidos según la cantidad de líneas por producto en extra-pedidos	66
Figura 26	Distribución de tareas para línea de farmacia	70
Figura 27	Distribución de tareas para línea de proveeduría	71
Figura 28	Distribución de tareas para línea de extra-pedidos	72
Figura 29	Distribución del tiempo de la tarea de la tarea de extracción y acomodo de productos en la tarima	74
Figura 30	Diagrama causa y efecto de las inconsistencias en el alisto	80
Figura 31	Diagrama causa y efecto de los errores de despacho	81
Figura 32	Motivos de horas extra de bodegueros de unidad de producción en el ALDI	84
Figura 33	Tiempo de trabajo extras vs tiempo improductivo evitable	85
Figura 34	Variación del indicador de días a favor en el tiempo en farmacia	87
Figura 35	Variación del indicador de días a favor en el tiempo en proveeduría	87
Figura 36	Variación del indicador de días a favor por cantidad de bodegueros	88
Figura 37	Tendencia en exactitud, precisión y pedidos enviados completos en farmacia	90
Figura 38	Tendencia en exactitud, precisión y pedidos enviados completos en proveeduría	91

Figura 39	Mapa mental de la etapa de diseño del proyecto	95
Figura 40	Distancia recorrida en el alisto según el método de procesamiento por líneas de pedido . .	97
Figura 41	Distancias de recorrido en el alisto según el método por líneas de pedido	99
Figura 42	Tiempo de recorrido en el alisto según el método por líneas de pedido	99
Figura 43	Tiempo de recorrido en el alisto según el método por líneas de pedido	100
Figura 44	Ahorros en distancias recorridas por tamaño de tarima	101
Figura 45	Diagrama de Pareto para la frecuencia de líneas de pedido por producto en la sección de farmacia	104
Figura 46	Diagrama de Pareto para la frecuencia de líneas de pedido por producto en la sección de proveeduría	105
Figura 47	Acomodo de las tarimas completas de los productos de farmacia	106
Figura 48	Acomodo de los bultos fraccionados de los productos de farmacia	107
Figura 49	Acomodo de las tarimas completas de los productos de proveeduría	108
Figura 50	Acomodo de los bultos fraccionados de los productos de proveeduría	109
Figura 51	Zonificación propuesta para la zona de alisto del ALDI	110
Figura 52	Ejemplo de zonificación propuesta incluyendo el peso	111
Figura 53	Ficha descriptiva del proceso de asignación de pedidos ordinarios mensuales	117
Figura 54	Ficha descriptiva del proceso de asignación de extra-pedidos	118
Figura 55	Cursograma del proceso de asignación de pedidos ordinarios mensuales	119
Figura 56	Cursograma del proceso de asignación de pedidos de la línea de extra-pedidos	120
Figura 57	Reporte de asignación de pedidos	121
Figura 58	Ficha del proceso de alisto de farmacia y proveeduría	123
Figura 59	Ficha del proceso de alisto de extra-pedidos	124
Figura 60	Cursograma analítico del proceso de alisto para las líneas de farmacia y proveeduría . . .	126
Figura 60	Cursograma analítico del proceso de alisto para las líneas de farmacia y proveeduría . . .	127
Figura 61	Cursograma analítico del proceso de alisto para la línea de extra-pedidos	128
Figura 61	Cursograma analítico del proceso de alisto para la línea de extra-pedidos	129
Figura 62	ALDI-11 Registro para la inspección de pedidos	132
Figura 63	ALDI-12 Registro para la identificación de tarimas	132
Figura 64	Diagrama de algoritmo de ruteo propuesto	134
Figura 65	Diagrama de algoritmo de separación de tarimas	136
Figura 66	Diagrama de algoritmo de agrupación de pedidos propuesto.	138
Figura 67	Mapa mental de la etapa de validación del proyecto	143
Figura 68	Resultados de prueba controlada en comparación con los registros históricos para el pe- dido San Francisco-San Antonio	145
Figura 69	Resultados de distancias recorridas por método en la prueba simulada	148
Figura 70	Resultados de prueba de tukey para los ahorros de propuestas en pedidos ordinarios . . .	151
Figura 71	Gráficos de cajas de datos del método 2 con respecto al método 1 (actual)	154
Figura 72	Gráficos de cajas de datos del método 3 con respecto al método 1 (actual).	154
Figura 73	Resultados obtenidos de la evaluación de la metodología del entrenamiento	158
Figura 74	Resultados obtenidos de la evaluación de los contenidos del entrenamiento	158

Figura 75	Resultados obtenidos de la evaluación de los expositores	160
Figura 76	Nivel de satisfacción general de los asistentes con el entrenamiento	160

Introducción

El presente proyecto final de graduación se enfoca en la elaboración de una serie de propuestas destinadas a mejorar la gestión de recursos y garantizar el nivel de servicio requerido en el ALDI. Este trabajo aborda diversas ineficiencias identificadas en el sistema de alisto del almacén, con el objetivo de mejorar tanto las condiciones estratégicas como operativas. La finalidad es lograr una mayor eficiencia en la utilización de los recursos públicos, y a su vez contribuir a asegurar la calidad del sistema de salud, ya que, sin un suministro constante de medicamentos y equipo médico, la calidad y continuidad de los servicios de salud se verían comprometidos.

El proyecto se compone de cuatro capítulos que abarcan aspectos fundamentales de las propuestas de mejora. El primer capítulo describe la propuesta del proyecto, que incluye la descripción de la organización, el alcance del trabajo, la definición del problema y su justificación. Además, se resaltan los beneficios que esta propuesta aportaría tanto a la organización como a la sociedad en general. Se establece un objetivo general y se definen indicadores de éxito para medir el impacto de las mejoras propuestas y se brinda un marco teórico para el proyecto.

El segundo capítulo, correspondiente al diagnóstico, ofrece un análisis exhaustivo de la situación actual de la empresa, identificando oportunidades de mejora. Entre los aspectos identificados se encuentran actividades ineficientes y que no agregan valor al proceso, así como una baja utilización de los bodegueros y la presencia de fallos en la preparación o inconsistencias en los pedidos. Además, se señala la falta de estandarización e ineficiencia en los procesos y métodos utilizados.

El tercer capítulo se concentra en el diseño de soluciones para las oportunidades de mejora identificadas en el diagnóstico. A partir del proceso actual de alisto de pedidos, se generan dos procesos nuevos: uno destinado a la asignación de pedidos a los bodegueros y otro al proceso de alisto en sí. Se lleva a cabo un rediseño de la estrategia actual del sistema de alisto, complementado con la implementación de tres algoritmos de optimización: uno para la optimización de rutas, otro para el agrupamiento de pedidos y un tercero para el reacomodo del almacén.

El cuarto capítulo se dedica a validar y cuantificar los beneficios obtenidos con la implementación de la propuesta, destacando, entre otros resultados, la significativa reducción de las distancias requeridas para el proceso de alisto. Se lleva a cabo un entrenamiento de roles clave en el proceso actual de alisto, quienes expresan su satisfacción con los resultados obtenidos. Además, se proyecta que la implementación de este proyecto puede generar incrementos tanto en la utilización de los alistadores como en la productividad global de ALDI, cumpliendo así con los objetivos establecidos de mejorar la utilización de recursos y la eficiencia del proceso en su conjunto.

Capítulo 1. Propuesta de proyecto

En este apartado se desarrolla una breve descripción de la organización, seguida de la justificación de la problemática investigada, el problema junto con el alcance del proyecto y, por último, una descripción de beneficios tanto para la sociedad como para la organización.

1.1. Descripción de la organización

La Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) es una institución autónoma del Estado costarricense, fundada en 1941, encargada de la administración de los seguros sociales a nivel nacional (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2021). La misión de esta entidad es “proporcionar servicios de salud, así como otorgar protección económica, social y de pensiones a la población costarricense” (Caja Costarricense del Seguro Social, 2020).

La infraestructura de la CCSS está conformada por 105 sedes de áreas de salud, 525 Equipos Básicos de Atención Integral en Salud (EBAIS), 655 puestos de visita periódica, así como tres centros de almacenamiento y distribución. El Área de Almacenamiento y Distribución (ALDI) de la CCSS, ubicado en Curridabat, constituye el centro de distribución principal de la institución, al resguardar el 85 % de la mercadería a distribuir entre los diferentes centros de salud (Mota, 2020). Este centro abastece a 105 áreas de salud y 29 hospitales.

El inventario manejado en el almacén está constituido por aproximadamente 1 400 productos divididos en dos categorías principales: Farmacia y Proveeduría. El área de farmacia se refiere a los medicamentos, inyecciones, emulsiones, cremas y sueros que deben ser distribuidos a los diferentes centros de salud a nivel nacional. La sección de proveeduría se refiere a artículos necesarios en las labores de los centros como indumentaria médica, pañales, trajes de protección, recipientes, papelería, detergentes, desinfectantes, entre otros.

Es importante mencionar que, aunque, se clasifican los productos en dos (farmacia y proveeduría), a nivel de operaciones se manejan 3 líneas de distribución: Farmacia, compuesto por los productos de la categoría de productos de farmacia que puede solicitar un centro de salud libremente. Proveeduría, al igual que en el caso anterior, se compone de los productos de la categoría proveeduría que se pueden pedir libremente. Extra-pedidos, formado por productos de las dos categorías mencionadas anteriormente, que fueron solicitados por un centro de salud, pero que por un tema de desabastecimiento temporal o inconsistencia en el alisto se realizan como una entrega extraordinaria.

1.2. Justificación del proyecto

A continuación, se presentan los resultados de la revisión del estado actual de las operaciones de bodega del ALDI, con respecto a buenas prácticas de gestión de centros de distribución (CEDIs) recopiladas a partir de referencias de autores como Frazelle (2002), Bartholdi y Hackman (2019) y Richards (2017), entre otros. A partir de estas referencias se elaboraron listas de chequeo, mostradas en el Apéndice 1, que se evalúan mediante entrevistas con diferentes miembros de la organización (E. Porras Hernández, comunicación personal, 22 de abril del 2022; M. Brenes Salguero, comunicación personal, 29 de abril del 2022; R. Vargas, comunicación personal, 29 de abril del 2022; R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022),

además de visitas a la misma. Es importante mencionar que se tiene como meta el 100 % del cumplimiento de estas listas, por lo tanto, una diferencia con respecto a esta meta se considera como un problema identificado que requiere de una mejora.

En primer lugar, con respecto al acomodo de productos entrantes se determina un cumplimiento de 50 %. Esto dado que solo se considera la temperatura de los productos y no otros criterios relevantes para la gestión operacional, para decidir las ubicaciones de almacenamiento. Asimismo, tampoco se utiliza algún método de cálculo para la localización óptima de la mercancía; sino que esta se acomoda de acuerdo con el espacio disponible en el pasillo que contenga productos similares; si no se encuentra espacio en este, se procede a colocar el producto en otro pasillo.

Con respecto al cumplimiento de criterios a aplicar para una adecuada zonificación, este es de 22 %. Debido a que las zonas de almacenamiento se crearon tomando en consideración solamente las familias de los productos, también se da atención a la rotación de productos, pero de forma empírica y en casos puntuales. Entre los criterios que no se toman en consideración está el peso, el volumen y la afinidad entre productos.

En el caso de la estrategia de alisto el resultado obtenido es de 25 % de cumplimiento. Este bajo cumplimiento se debe a la falta de un perfil de actividad de los artículos que se manejan en el alisto, así como la parcial implementación de un método de asignación de recursos humanos y de equipo, de acuerdo con las características de los pedidos.

Continuando con el secuenciamiento de alisto utilizado para conformar los pedidos, se obtiene que este no ha sido desarrollado de acuerdo con referencias teóricas, por tanto, logra un 21 % de cumplimiento. Este porcentaje de cumplimiento se origina a partir de la inexistencia de un método de secuenciación estandarizado debido a que, según lo mencionado por los bodegueros, estos se guían con su propio criterio para recoger los pedidos en las zonas de alisto, ya que las listas de pedido brindadas no son organizadas de tal forma que guíen la secuencia de recolección de productos, de acuerdo con criterios de optimización operacional, sino que estas se estructuran por código de producto. Según lo mencionado por los bodegueros, esta situación genera atrasos, inconsistencias, largos desplazamientos y retrabajos, debido a que cada uno se guía de acuerdo con su propio conocimiento de los productos para conformar los pedidos en la tarima.

Además de las buenas prácticas previamente mencionadas, se evalúa una serie de indicadores, algunos que manejan en el ALDI, mientras que otros fueron identificados en la literatura. En las líneas de alisto del ALDI se maneja como indicador los días a favor con respecto a la fecha agendada de entrega. Es decir, con cuanta anticipación se completa un pedido antes de que deba de ser entregado. La meta que se maneja es de una anticipación de dos días, ya que terminar antes implica consumir espacio de manera innecesaria y dificultar el paso entre los pasillos, mientras que terminar luego puede retrasar las operaciones de despacho y transporte (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022). Los valores que se reportan para este indicador, según los registros del ALDI, son de: entre dos y cuatro días a favor para proveeduría, entre cuatro y seis días a favor para farmacia (Área de Almacenamiento y Distribución de la Caja Costarricense del Seguro Social, 2022). Con respecto a los extra-pedidos, este indicador no se maneja, ya que un pedido de este tipo se intenta alistar al menos ocho horas luego de que el centro de salud hace la solicitud (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).

Otro indicador analizado es la exactitud del alisto. Actualmente, se registra como inconsistencia cualquier

desviación con respecto a lo ordenado por el centro de salud, esto abarca la falta de productos del todo, o la falta de unidades de un producto, pero también considera la llegada de productos rotos o vencidos al centro de salud. El valor obtenido de exactitud del alisto promedio de la línea de farmacia para los meses de febrero, marzo y abril del año 2022, fue de 82,81 %, el resto de las líneas no registran las inconsistencias de los pedidos (Área de Almacenamiento y Distribución de la Caja Costarricense del Seguro Social, 2022). El ALDI no posee una meta en cuanto a inconsistencias, pero el valor es sumamente bajo en comparación con las referencias de clase mundial, las cuales según Frazelle (2002) tiene una exactitud de pedido de 99,7 % y 99,97 % en Estados Unidos y Japón respectivamente.

Por otro lado, a raíz del inicio de la pandemia del COVID-19, la demanda de productos del ALDI incrementó, lo cual ha exigido la contratación de bodegueros adicionales, estas nuevas contrataciones son denominadas por la organización como plazas gemeleadas. Estas plazas se dedican al alisto de pedidos de farmacia y proveeduría, tal como los bodegueros del ALDI, sin embargo, cuando entran pedidos de las líneas de extra-pedidos y listados de distribución, estos deben ser prioridad para las mismas. Actualmente, se encuentran 10 personas con esta clasificación de puesto de los 30 bodegueros totales (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022); estos fueron creados de manera temporal, pero se han mantenido debido a la incapacidad de alistar los pedidos a tiempo, para cumplir con las fechas de entregas de los centros.

La decisión de adición de 10 plazas fue una medida de contingencia ante la creciente demanda, esta estimación fue hecha de manera empírica. No obstante, para el 2021 se tiene registro de 4 936,25 horas en jornada extraordinaria, es decir, 411,35 horas extra mensuales, mientras que entre enero y marzo del 2022 se contabilizan 1 420,75 horas, es decir, 473,57 horas mensuales, lo cual denota un aumento en el promedio mensual. Los pagos en horas extra implicaron un gasto de ₡ 24 746 267,29 para el 2021, lo cual resulta equivalente a pagar alrededor de seis plazas adicionales al año (Área de Almacenamiento y Distribución de la Caja Costarricense del Seguro Social, 2022). Mientras que para el 2022 el gasto mensual promedio ha incrementado, dado que a marzo del presente año los costos de horas extra son de ₡ 6 927 409,14, lo cual es equivalente a que al mes se paguen siete plazas adicionales. Esto evidencia la falta de respaldo técnico para determinar los recursos necesarios que busquen satisfacer la demanda de productos.

Adicionalmente se encuentra que, de acuerdo con el Reglamento de autorización, gestión y aplicación para el pago de horas extra y trabajo extraordinario (2012) “La jornada ordinaria sumada a la extraordinaria no podrá ser mayor de doce horas diarias. Por lo tanto, el máximo de horas extraordinarias no puede exceder las 4 horas diarias”. Lo anterior implica que el máximo de horas extra mensuales permitidas por bodeguero es de 92 horas. Tomando en cuenta que se tienen registros mensuales de hasta 98 horas extra por trabajador (Área de Almacenamiento y Distribución de la Caja Costarricense del Seguro Social, 2022), se determina que existe un incumplimiento de la legislación. Consecuentemente, también debe considerarse que la acumulación de una jornada excesiva tiene afectaciones al requerir de un mayor esfuerzo mental y físico; estas incluyen estrés, fatiga, irritabilidad, problemas digestivos, depresión, entre otros (Duarte Briones, 2015) lo cual tiene una incidencia directa en la productividad de un bodeguero.

1.3. Enunciado del problema

La gestión actual de las operaciones de bodega presenta inefficiencias, lo cual provoca el encarecimiento de la gestión del almacén e incumplimiento de metas de productividad, impactando de manera directa y

negativa al ALDI de la CCSS.

1.4. Alcance

El proyecto se desarrolla en el ALDI de la CCSS, ubicado en Curridabat, específicamente en el sub-área de almacenamiento y distribución. Se hace énfasis en el sistema de alisto, dado que el grupo de trabajo corrobora que la problemática se centra en dicho sistema, el cual es prioridad para la organización. Con respecto a los sistemas de recibo, almacenamiento y despacho, el estudio se limita a los efectos asociados al alisto. Se abarcan las tres líneas que manejan: farmacia, proveeduría y extra-pedidos.

1.5. Beneficios del proyecto

A continuación, se presentan los aportes del proyecto a la sociedad y a la organización.

1.5.1. Beneficios asociados a la sociedad

El proyecto pretende mejorar las operaciones de bodega de la CCSS. Esto incidiría en la reducción de los costos asociados a la disminución de las jornadas extraordinarias, logrando una mayor eficiencia en el uso de recursos públicos. Por otro lado, mejoraría los tiempos de respuesta de la organización, lo que, ayudaría a garantizar la calidad del sistema de salud, dado que, sin el suministro constante de medicamentos y equipo médico, esta se vería comprometida.

1.5.2. Beneficios asociados a la organización

Con el proyecto, la organización obtendría una reducción de costos, además de establecer el personal requerido para poder continuar satisfaciendo la demanda de los distintos centros de salud, lo cual contribuiría a la estabilidad económica y operacional de la organización. Por otro lado, la estandarización de procesos, así como la introducción de controles operacionales, permitirían una mayor eficiencia y una toma de decisiones más ágil.

1.6. Objetivo general e indicadores de éxito

A continuación, se presenta el objetivo general del proyecto y los indicadores de éxito asociados a este.

1.6.1. Objetivo general

Rediseñar el sistema de alisto del ALDI de la CCSS, mediante la evaluación de las condiciones actuales estratégicas y operativas, con enfoque a las ineficiencias identificadas en el sistema, para así mejorar el uso de los recursos y cumplir con el nivel de servicio requerido.

1.6.2. Indicadores de éxito

A continuación, se presenta en la Tabla 1 los indicadores de éxito definidos para el proyecto con su respectiva fórmula y definición.

Tabla 1*Indicadores de éxito definidos*

Nombre	Fórmula	Definición
Productividad	$(\frac{\text{Pedidos completados}}{\text{Recurso utilizado}})$	Índice que relaciona lo producido por un sistema y los recursos utilizados (Carro y González Gómez, 2012).
Utilización por rol	$(\frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo efectivo}}) * 100$	Tasa entre el tiempo en marcha y el tiempo utilizable (Kanatawy, 1996).
Satisfacción de la organización	$(\frac{\text{Personal satisfecho}}{\text{Personal total}}) * 100$	Proporción de satisfacción del personal con el proyecto propuesto (de Población, s.f.).

1.7. Marco de referencia teórico

En esta sección, el marco de referencia teórico se divide en dos partes, el marco conceptual relacionado a conceptos del sistema de alisto y el marco contextual que incluye una revisión bibliográfica de trabajos relacionados con la gestión de operaciones de almacenes y donde se rescata el estudio realizado en torno al alisto.

1.7.1. Marco conceptual

Este apartado consta de los principales conceptos que soportan el enfoque del proyecto, es decir, al alisto como parte de las operaciones de la bodega.

1.7.1.1. Operaciones de bodega

El proyecto se enfoca en el alisto, el cual corresponde a una de las múltiples operaciones de bodega. La gestión de estas se refiere al proceso dentro del sistema logístico en el cual se recibe, almacena y moviliza dentro del mismo almacén, cualquier tipo de materia prima, producto semielaborado o producto terminado (Díaz, 2016).

Diferentes autores coinciden en que la gestión de las operaciones está conformada por los procesos de recibido, acomodo, almacenamiento, alisto y despacho (Andelkovic y Radisavljevic, 2018). Según Zawierucha (2018), la gestión de las operaciones de bodega se refiere a una parte del sistema logístico que incluye la aceptación, almacenamiento, control, mantenimiento y envío de bienes. Por su parte, Barrueco (2017) indica que el almacén comprende seis grandes actividades: recepción, transferencia, manipulación, almacenamiento, embalaje y expedición. Mientras que Frazelle (2002), considera que hay ocho operaciones, estas incluyen el recibo, preenvasado (opcional), acomodo, almacenamiento, operaciones de preparación de pedidos, embalaje y/o precio (opcional), clasificación y/o acumulación y envío.

De esta forma, se tiene que los autores difieren en cuanto a la división de las operaciones que tiene un almacén. Por su parte el ALDI reconoce solamente tres grandes actividades las cuales corresponden a recepción, almacenamiento y alisto. Sin embargo, considerando las actividades desarrolladas en el almacén se identifican seis principales operaciones: recepción, acomodo, almacenamiento, preparación de pedidos, embalaje y

despacho, lo cual corresponde a una combinación de las operaciones expuestas anteriormente (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).

1.7.1.2. Alisto

El proyecto se enfoca en el sistema de alisto, el cual dentro de las operaciones de bodega es considerado como el sistema de mayor intensidad laboral y consumo de tiempo, abarcando hasta el 60 % de todas las actividades de una bodega y el 55 % de los costos operativos (Masae, Glock, y Grosse, 2020).

1.7.1.3. Definición del alisto y su alcance

El alisto se refiere al sistema en la cual se consolidan los productos o materias primas, desde las zonas de almacenamiento en la bodega, de acuerdo con las órdenes emitidas por los clientes (Andelkovic y Radisavljevic, 2018) (Bartholdi y Hackman, 2019) (Masae et al., 2020).

El alcance de este difiere entre autores, debido a que, según lo descrito por Bartholdi y Hackman (2019) el alisto está compuesto por tres fases: desplazamiento a la locación de almacenamiento del producto, búsqueda local del artículo, así como tomar y colocar el producto. Benavidez, Moreno, y Martínez (2018) definen el alcance en cuatro fases: preparación de los datos y la asignación de órdenes, el recorrido, la extracción y la verificación del acomodo.

Finalmente, De Koster, Volpi, Le-Duc, y Roodbergen (2006) y Le Duc (2005) determinan que el alcance de este sistema incluye la agrupación y programación de las órdenes de los clientes, el envío de estas órdenes a los alistadores, la recolección de los artículos desde las zonas de almacenamiento, así como la disposición de estos para su despacho. Se decide proseguir con el alcance dado por De Koster et al. (2006) y Le Duc (2005) debido a que estos autores involucran tanto los aspectos estratégicos como operativos del alisto.

Por lo tanto, se define sistema de alisto como el conjunto de procesos y elementos involucrados a nivel estratégico y operacional que están integrados para lograr un resultado, en este caso, la preparación de los pedidos.

1.7.1.4. Objetivos del sistema de alisto

Andelkovic y Radisavljevic (2018), así como De Koster et al. (2006) mencionan que el principal objetivo del alisto debería ser maximizar el nivel de servicio, en el cual se deben considerar factores como: tiempo de envío y la exactitud. El nivel de servicio se refiere al nivel de satisfacción de la demanda del cliente, a través de las unidades de inventario, en las fechas y cantidades solicitadas (Valencia, 2020).

Este indicador se debe evaluar en conjunto con el tiempo de alisto debido a que, mientras más rápido se pueda alistar un pedido, más pronto será este enviado y recibido por el cliente, por lo que la reducción del tiempo de alisto se incluye como parte de los objetivos del proceso (De Koster et al., 2006).

De acuerdo con lo mencionado por Horvat (2012), así como, Bartholdi y Hackman (2019) el tiempo de alisto está compuesto por cuatro tiempos principales:

- a. Tiempo de traslado: Se refiere al tiempo en el cual el alistador se traslada entre ubicaciones del inventario.

- b. Tiempo de búsqueda: El tiempo que se invierte en la búsqueda del producto, una vez que se llega a su ubicación.
- c. Tiempo de recogida: Tiempo en el que se recogen los ítems desde las zonas de almacenamiento y se colocan en los mecanismos de transporte.
- d. Tiempo administrativo: Este se refiere al tiempo que el alistador toma en actualizar el estado del ítem en almacenamiento, ya sea actualizando su inventario mediante algún sistema de información, ingresando inconsistencias, entre otros.

Según De Koster et al. (2006) el tiempo de traslado entre locaciones, es el que contribuye en mayor medida en el tiempo de alisto total. Bartholdi y Hackman (2019) y Horvat (2012) consideran que el tiempo de traslado se debe considerar como una actividad que no agrega valor y que, por esta razón, es el primer candidato para la implementación de mejoras en los procesos de rediseño. Esto concuerda con lo expresado por Andelkovic y Radisavljevic (2018), los cuales hacen referencia a que la optimización del tiempo de alisto debe incluir, en primer lugar, la disminución en el tiempo de traslado hasta el producto.

Para medir el nivel de servicio es necesario también medir la exactitud del alisto (Bartholdi y Hackman, 2019). Esto se refiere a la ausencia de errores durante el alisto (Gaffney, 2020), en el caso del ALDI a los errores en las órdenes se les conoce como inconsistencias. La importancia de estas es tal, que autores como Santos (2013), Carrillo (2020), Gaffney (2020), Zhang, Vries, De Koster, y Liu (2022) indican que estos errores pueden implicar aumento en gasto de recursos y tiempos de alisto, así como generar molestia en los clientes.

La mayoría de los autores dejan de lado este indicador, para priorizar el tiempo de alisto sin considerar que existe un *trade off* entre ambos, y es sumamente importante buscar un balance entre ambos factores (Zhang et al., 2022), especialmente en procesos manuales, donde la probabilidad de error es mayor (Benavidez et al., 2018). Según Marzilia, Rossit, y Toncovicha (2022) existen tres errores que pueden suceder a la hora de preparar un pedido, los cuales son:

- a. Alisto incorrecto de productos: Se alistan productos que no coinciden con los de la orden o no se entrega el producto.
- b. Alisto incorrecto de cantidades: Se alistan los productos solicitados en la orden, pero en mayor o menor cantidad a la correcta.
- c. Alisto de productos dañados.

Por otro lado, se pueden dar combinaciones de cualquiera de los tres tipos de errores en un alisto (Marzilia et al., 2022). Es importante analizar cada error por separado, dado que la frecuencia de ocurrencia de estos errores, así como su impacto permite el desarrollo de medidas correctivas y preventivas para disminuir su ocurrencia (Marzilia et al., 2022). En el caso del ALDI no se hace distinción entre las distintas causas de error, esto, junto a lo ya mencionado, genera problemas a la hora de asignar responsabilidades y abordar cada error (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).

1.7.1.5. *Diseño del sistema de alisto*

El diseño del sistema de alisto es considerado por distintos autores (Tsige, 2013) (Andelkovic y Radisavlje-

vic, 2018) (Bottani, Volpi, y Montanari, 2019) como complejo, ya que involucra una variedad de factores, tanto externos como internos de la organización como la instalación, la estructura organizacional y el sistema de manejo de información.

A pesar de esto, Van Gils, Ramaekers, Caris, y De Koster (2017) proponen que las decisiones por tomar para el diseño del sistema de alisto en el almacén se dividan en tres: estratégicas, tácticas y operacionales. Las decisiones estratégicas se refieren a los planes y políticas para la utilización de los recursos en el alisto con el objetivo de cumplir las metas a largo plazo. Por otro lado, las decisiones tácticas son aquellas que tienen implicaciones a mediano plazo como la zonificación, la capacidad de almacenamiento, el tamaño de las zonas de alisto, entre otras. Por último, las operacionales son aquellas que influyen a las operaciones del día a día, como la conformación de los pedidos y la asignación de estos a los bodegueros (Van Gils et al., 2017). Asimismo, varios autores coinciden en que las decisiones en torno al alisto se deben tomar considerando cinco ejes principales que afectan la eficiencia de este sistema (Andelkovic y Radisavljevic, 2018) (Bottani et al., 2019) (Oláh, Popp, y Lakner, 2020).

- a. Diseño espacial del almacén: Se refiere al número, longitud, ancho y acomodo de los pasillos en el centro de distribución (Le Duc, 2005). Este factor se debe considerar dentro del diseño del sistema de alisto debido a que, si el almacén tiene una configuración convencional (rectangular) con pasillos paralelos, el alistador puede cambiar rápidamente de pasillo, mientras que, en los almacenes no convencionales, se utilizan técnicas y algoritmos que involucran la minimización de las distancias de traslado en la recolección de los pedidos (Bottani et al., 2019). En el caso del ALDI se cuenta con un diseño convencional de ocho pasillos, divididos entre los productos de proveeduría y farmacia. El objetivo al considerar este factor dentro del sistema de alisto es determinar la configuración que supone la mayor mejora con respecto a una función objetivo, en la mayoría de los casos, relacionada con la reducción de las distancias de traslado (De Koster et al., 2006).
- b. Tipo de alisto: Según distintos autores como De Koster et al. (2006), el alisto manual (realizado por humanos con o sin asistencia de maquinaria) se puede subdividir en dos tipos: operador a partes y partes a operador. En el primero, el alistador se traslada hacia las locaciones de los productos para realizar el alisto, mientras que en el segundo las locaciones de almacenamiento son traídas mecánicamente hacia el operador (Chun, 2012). El ALDI utiliza actualmente el alisto de operador a partes, ya que los bodegueros deben ir a las locaciones de acomodo del producto en los pasillos para recolectar los productos.

El alisto operador a partes se puede clasificar en nivel bajo y nivel alto; sobre el nivel bajo, este se refiere a que solo hay un nivel del *rack* (estante) destinado propiamente para el alisto, mientras que, en el nivel alto, todos los niveles del *rack* están disponibles para realizar estas labores (Chun, s.f.). En los sistemas de alto nivel los alistadores se trasladan a las locaciones de producto por medio de montacargas o pantógrafos. Es relevante considerar el nivel de los productos dentro del diseño del alisto, debido a que este afecta la distancia de traslado entre locaciones; en el caso del nivel bajo solo se debe minimizar las distancias horizontales, mientras que en el nivel alto también se deben considerar las verticales (Bottani et al., 2019).

- c. La estrategia de alisto: Se refiere a cómo se transforman las órdenes de los clientes en listas de artículos

utilizadas para el alisto (Horvat, 2012). Estas listas difieren de lo que son las órdenes enviadas por el cliente, debido a que las primeras contienen la cantidad de producto a recolectar en determinada ubicación de almacenamiento (Horvat, 2012).

Existen variantes en la estrategia de alisto cuando el tipo de alisto es operador a partes. Entre las más mencionadas, según lo descrito por Reza, Shabnam, y Kardar (2011) y Ernst (1997) están:

- a) Alisto discreto: Se refiere a cuando solo se trabaja una orden del pedido.
- b) Alisto por lote: Un grupo de órdenes son alistadas por un mismo alistador.
- c) Alisto por zona: Cada alistador es encargado de un área en específico de las zonas de producto y selecciona los artículos de la orden que se encuentran en esa zona.
- d) Alisto por olas: Las órdenes son enviadas en olas, lo que significa que son enviadas cada cierto tiempo (pueden ser cada cierta cantidad de horas o en tiempos específicos del día como en la mañana).

En el caso del ALDI se maneja un tipo de alisto discreto, donde las órdenes se asignan a un solo bodeguero (o pareja de bodegueros). Los cuales se encargan de completar cada una de las tarimas necesarias por el centro de salud.

d. El método de asignación de artículos en el almacenamiento:

El método de asignación de artículos se refiere a cómo se colocan los productos en las zonas de almacenamiento una vez que estos llegan al almacén (Horvat, 2012). Según lo descrito por Gu, Goetschalckx, y McGinnis (2007), la zonificación de los productos es una decisión concerniente al proceso de almacenamiento, pero influyente en la eficiencia del proceso de alisto, ya que la manera en la que los productos están organizados alrededor del almacén afecta el tiempo y el costo total invertido para la preparación de las ordenes, así como las cargas de trabajo de los alistadores.

Cada proceso de almacenamiento es distinto, ya que este es totalmente dependiente del tamaño, cantidad y las características que implica manejar cada uno de los productos (Frazelle, 2002), así como también depende de características como la forma y tamaño del almacén y la demanda de los productos (Bartholdi y Hackman, 2019). Es de suma importancia considerar todas estas variables a la hora de diseñar un proceso y estrategia de almacenamiento adecuada, dado que estas impactan directamente en todos los procesos previos y posteriores a este (Bartholdi y Hackman, 2019) (Bohn y Krapf, 2019). El ALDI actualmente solo considera las familias de productos para su correspondiente asignación, dejando de lado todas las demás variables, donde los productos de una misma familia se encuentran cerca entre sí.

Bottani et al. (2019) mencionan que el primer criterio a decidir para determinar la localización de los productos es la selección de una política de acomodo. Smyk (2018) define la política de acomodo como una serie de reglas que pueden ser utilizadas para asignar la mercancía entrante a las localizaciones en la zona de almacenamiento. Estas reglas deben promover la optimización del sistema, de tal forma que se reduzca el tiempo promedio de traslado para los alistadores, reduciendo así el tiempo de alisto (Smyk, 2018).

De acuerdo con varios autores ((De Koster et al., 2006), (Bahrami, Piri, y Aghezzaf, 2019), (Chiang, Che, Lee, y Liang, 2021), (Kapou, Ponis, Plakas, y Aretoulaki, 2022), (Duque Jaramillo, Cuellar Molina, y Cogollo Flórez, 2019)) se determina que estas políticas se pueden dividir en cuatro categorías, a continuación, se describe cada una de ellas:

- El almacenamiento aleatorio consiste en que todo producto que entre al almacén es asignado a una ubicación aleatoria considerando la disponibilidad en espacio en las zonas de alisto, donde cada ubicación tiene la misma probabilidad de ser seleccionada (De Koster et al., 2006). Esta política permite maximizar el nivel de utilización de los equipos de almacenamiento (Kapou et al., 2022) y promueve la distribución equitativa de las cargas de trabajo (De Koster et al., 2006). Por otro lado, para los alistadores resulta en una difícil familiarización con las localizaciones de los productos (Kapou et al., 2022), además, si no se cuenta con un preciso y detallado registro de las localizaciones de cada producto y control del inventario, en conjunto estos impactos pueden aumentar el tiempo de alisto y las distancias totales a recorrer para la preparación de los pedidos (Chiang et al., 2021), (Duque Jaramillo et al., 2019), (Khullar, 2021).
- El almacenamiento dedicado asigna los productos a una localización específica y fija, esta usualmente se aplica de acuerdo con índices como COI (índice por orden cúbico), popularidad, volumen, tasa de rotación, densidad de alisto, entre otros factores, así como también incluye la clasificación de las localizaciones de productos con respecto a la distancia de los puntos de entrada/salida de la zona de alisto (Mantel, Schuur, y Heragu, 2007). Contrario al método aleatorio, el acomodo dedicado permite a los alistadores familiarizarse rápidamente con las ubicaciones de los productos (Kapou et al., 2022), lo cual disminuye el tiempo de alisto y las distancias recorridas en comparación con la primera política explicada (De Koster et al., 2006). Sin embargo, limita la utilización del espacio de almacenamiento en comparación con otros métodos como el basado en clases (Kapou et al., 2022), es propenso a generar congestiones en los pasillos (Bahrami et al., 2019), ya que el alisto se concentra en ciertas ubicaciones, es poco flexible con demandas variables debido que la revisión en estos casos se vuelve intensiva (De Koster et al., 2006), es altamente demandante en datos y supervisión continua (Bahrami et al., 2019).
- El almacenamiento basado en clases corresponde a clasificar los productos en clases dedicadas de acuerdo con criterios como la rotación o popularidad. Cada una de estas clases es asignada a una zona del área de almacenamiento, en donde cualquier espacio disponible dentro de la zona es utilizado para localizar los artículos asignados a esta. La localización de los productos dentro de las clases se puede realizar de manera aleatoria o mediante el uso de criterios específicos (Duque Jaramillo et al., 2019). En el primer caso, donde la asignación es fortuita, este tipo de acomodo también es conocido como compartido, debido a que permite que diferentes productos ocupen la misma localización consecutivamente (Smyk, 2018).
- En el almacenamiento correlacionado se agrupan los productos de acuerdo con las necesidades de correlación entre estos, analizando las órdenes de preparación de pedidos y cómo se piden los artículos, identificando aquellos que se solicitan en conjunto con el fin de ubicarlos cerca entre sí y disminuir las distancias de recolección. De esta forma, también se toma en cuenta el alisto como criterio para la asignación de los espacios. Además, esta estrategia se considera como una

de estilo dedicado, sin embargo, en este caso no se asume que los productos se recolectan uno a uno (Mantel et al., 2007).

e. La estrategia de secuenciación para la recolección de pedidos en el alisto:

Según Ballou (2004), la secuenciación hace referencia a la disposición de los artículos, de manera que estos puedan ser recolectados de una manera eficiente a través de los pasillos. Bottani et al. (2019) lo definen como la ruta a seguir por los alistadores para la recolección de artículos a través de los pasillos del almacén.

La planificación de la secuenciación en los procesos de alisto puede reducir drásticamente los tiempos de traslado de recolección de los productos, al reducir la distancia entre estos, así como incrementar la productividad (Frazelle, 2002).

Andelkovic y Radisavljevic (2018) agregan que, además de estos factores, también se debe considerar la experiencia de los bodegueros encargados del alisto, así como el nivel de automatización del almacén. Estos autores también mencionan que las decisiones en torno al diseño del alisto son de gran dificultad considerarlas en conjunto para una optimización, mientras que Bottani et al. (2019) consideran que evaluar estos factores de manera simultánea es relevante, debido a las interacciones entre ellos.

El ALDI no cuenta con una estrategia de secuenciación, sino que esta se realiza de forma empírica por parte de los operarios, lo que implica múltiples retrocesos e ineficiencias de traslado a la hora de realizar el alisto de los pedidos.

Por último, cabe mencionar que, en concordancia a la delimitación planteada en el alcance del proyecto, de los ejes expuestos se analizan principalmente para el diseño del sistema de alisto la estrategia de alisto, el tipo de alisto y la estrategia de secuenciación para la recolección de pedidos en el alisto.

1.7.1.6. Medición del desempeño del alisto

Horvat (2012) menciona que medir el desempeño del sistema de alisto e implementar mejoras resulta en el ahorro de los costos de mano de obra, debido a que, en el corto plazo reduce la cantidad de tiempo extra y personal temporal para completar las labores, mientras que, en el largo plazo, se puede reducir la cantidad de personal permanente. Además, implementar mejoras en el alisto permite que la organización pueda satisfacer el nivel de servicio requerido, al minimizar el tiempo entre la recepción y la entrega de la orden.

Según lo propuesto por Chun (s.f.), el desempeño de las operaciones de alisto se debe evaluar alrededor de tres categorías: desempeño financiero, productivo y en la calidad.

- a) Desempeño financiero: Las medidas de desempeño financiera son comúnmente determinadas alrededor de los costos de la actividad, el volumen de las unidades manejadas y las ventas.
- b) Desempeño productivo: La productividad se refiere a la eficiencia en el uso de los insumos del proceso productivo (Meller, 2019). Chun (s.f.) recalca que, en el contexto de los sistemas de alisto, la productividad puede ser calculada a partir del número completado de órdenes, líneas de pedido o transacciones, en contraste con los recursos utilizados en tiempo, espacio, energía o dinero. Una de las medidas de productividad del alisto más utilizadas según Carrasco y Ponce

(2007)) y Chun (s.f.) es la cantidad de órdenes completadas o líneas de pedido recolectadas por unidad de tiempo. Frazelle (2002) recomienda monitorear la productividad y la utilización de los activos principales del almacén, siendo estos: mano de obra, espacio y el sistema de manejo de materiales.

c) Desempeño en la calidad del sistema de alisto: Chun (s.f.) define las medidas de desempeño de calidad del sistema de alisto como aquellas relacionadas con el nivel de servicio ofrecido al cliente. Entre estas se incluyen:

- 1) Tiempo de ciclo del sistema: Este se refiere al tiempo de permanencia de la orden desde que es recibida, hasta que el pedido está en los andenes de salida. La meta, según Carrasco y Ponce (2007) es disminuir la permanencia de la orden, así como la variabilidad de este. Chun (s.f.) menciona que para utilizar esta medida de desempeño para realizar evaluaciones y comparaciones del sistema de alisto se debe tomar en cuenta la distribución del tamaño de las órdenes. Asimismo, esta medida es importante debido a que afecta a otras actividades, ya que puede causar el atraso en actividades posteriores, como en el despacho (Frazelle, 2002).
- 2) Precisión en el alisto: Este se refiere a la cantidad de líneas de pedido recolectadas sin errores. Esta medida debe ser constantemente revisada y controlada debido a que afecta directamente el nivel de servicio del cliente. Según Carrasco y Ponce (2007), este indicador depende de las medidas adoptadas por el centro de distribución para evitar los errores en la preparación como el esquema de numeración de productos, la capacitación al personal, el diseño de las listas de pedido y la etiquetación de los productos.

En el caso del ALDI, su proceso de alisto cuenta con los siguientes indicadores de control, los cuales buscan evaluar la eficiencia del cumplimiento de su proceso y buscan cumplir con una meta del 80 %:

- 1) Total de líneas solicitadas en las facturas de pedido mensual /Total de líneas despachadas en condición de restringido.
- 2) Total de líneas solicitadas en las facturas de pedido mensual /Total de líneas despachadas en condición cero abastecimientos.
- 3) Total de líneas solicitadas en el pedido mensual / Total de líneas preparadas.

1.7.2. Marco contextual

Al realizar la investigación de las evaluaciones realizadas por distintos autores sobre el sistema de alisto en diferentes almacenes de centros de salud, farmacias, hospitales, los cuales manejan productos con características similares a los del ALDI, así como de forma general en almacenes con otro tipo de productos, se encuentra la gran variedad de temáticas que se pueden abordar dentro de este sistema, dependientes de las problemáticas encontradas en él.

Por ejemplo, en el caso de estudio presentado por Beroule, Grunder, Barakat, y Aujoulat (2017), se trabajan dos factores de diseño del alisto anteriormente explicados: secuenciamiento y la localización de los artículos,

con el objetivo de mejorar el sistema de alisto en el almacén de la farmacia de un hospital, el cual trabaja con un tipo de alisto de operador a partes. En esta investigación, los autores implementan un algoritmo genético híbrido para realizar la optimización, tanto en el secuenciamiento como en la distribución de los medicamentos, de lo cual obtienen mejoras en el tiempo de alisto con respecto al modelo actual del almacén. De esta investigación destaca el uso de algoritmos computarizados para evaluar la optimización en distintos factores de diseño de un sistema operador a partes, como el presente en el ALDI, la cual es una herramienta que se puede considerar en fases posteriores de diseño y validación.

Por otro lado, Moya (2020) se centra en determinar el número de alistadores en el sistema manual de alisto, necesarios para cumplir la demanda de órdenes de 16 tiendas de conveniencia en el tiempo indicado. Esto se logra a partir de modelado y simulación de eventos discretos en el software Flexsim, de lo cual se obtiene la cantidad de alistadores necesarios en el proceso. Se debe recalcar que en este caso de estudio se especifica el tamaño de los pedidos mediante patrones de probabilidad definidas como distribuciones de tipo uniforme.

En el caso de estudio de la empresa SyD Colombia S.A, la cual se dedica al suministro y comercialización de medicamentos, equipo médico, quirúrgico e insumos hospitalarios, se realizó un diagnóstico de la gestión de los procesos de recepción, almacenamiento y alisto, en los cuales se encontraron falencias, debido a que la empresa operaba su almacén con base en principios empíricos, por lo cual no se contaba con localizaciones estratégicas de los productos, de acuerdo con su rotación y se presentaban constantes demoras en la entrega de los pedidos. Para mejorar esta situación se realizó una clasificación ABC de los productos, tomando como criterio la rotación de cada uno de ellos. Los resultados de la reasignación de los productos fueron validados por medio de simulación, de lo cual se obtuvieron mejoras en la cantidad de pedidos despachados por operario, al tener una disposición de la mercancía en la estantería que permitía reducir los tiempos de traslado entre ubicaciones en el alisto (Osorio y Osorio, 2013).

En la misma línea, en el Almacén Especializado de Farmacia del Hospital de Emergencias Pediátricas (Sandoval, 2021) se implementa una gestión de almacén por medio de la clasificación ABC de los medicamentos y dispositivos médicos seguido de la elaboración de un diseño y de diagramas de análisis de procesos mejorados del almacén. Obteniendo mejoras en las entregas a tiempo de hasta un 9,73 %, y un incremento de 10,74 % en entregas conformes. En estas investigaciones se destaca la aplicación de la herramienta ABC para mejorar el tiempo de alisto, utilizando criterios como la rotación, lo cual se puede considerar en el ALDI, debido a que, como las empresas mencionadas en estos casos de estudio, no cuenta con criterios de productividad para la zonificación de los productos.

El proyecto realizado por Pineda y Páez (2012), evalúa las políticas de alisto y de secuenciamiento de un almacén de la empresa COMERTEX S.A, con respecto a referencias teóricas, con el fin de identificar las influencias que estas tienen en el tiempo de alisto y en el factor de utilización de los recursos destinados a este sistema. Se seleccionan políticas, tanto de secuenciamiento como de alisto, las cuales son evaluadas mediante un análisis de escenarios desarrollado en un software de simulación, de lo cual se obtiene la reducción en las distancias recorridas. Asimismo, realizan un muestreo del trabajo con el fin de identificar la distribución del tiempo de los alistadores dentro del proceso, de lo cual concluyen que el desplazamiento y selección de productos consume el mayor tiempo dentro de las labores de alisto. La comparación realizada contra referencias teóricas para evaluar las influencias en el tiempo de alisto, así como el muestreo de tiempos, para valorar la utilización de los recursos humanos, son herramientas que puede ser utilizadas en

el ALDI, como parte de la fase de diagnóstico.

Abarca y Peña (2018) desarrollaron su proyecto en el Centro de distribución XYZ que tiene productos de limpieza. Estos autores rediseñaron los procesos operativos de recibo, alisto, chequeo y logística inversa por medio de instructivos, procedimientos, hojas de registro y diagramas de flujo; las actividades de alisto y chequeo fueron simuladas para determinar horarios asignados a estas actividades. Adicionalmente, crean una herramienta para administrar el personal y las operaciones del CEDI que permite la predicción de los recursos necesarios para realizar las actividades. También, crean una metodología para el conteo cíclico de inventarios por medio de una herramienta en Excel. Por último, una herramienta para la gestión de indicadores de desempeño fue desarrollada para cuantificar el impacto de las propuestas.

1.7.3. Metodología general

A continuación, se presenta en la Tabla 2 y Tabla 3 (continuación) la metodología general del proyecto que comprende las actividades, herramientas y productos esperados para las fases de diagnóstico, diseño y validación que permiten atender el problema identificado anteriormente y cumplir con el objetivo de este proyecto.

Tabla 2
Metodología general

Fase	ID	Actividades	Herramientas	Productos esperados
Diagnóstico	1	Caracterización de los métodos de trabajo del alisto.	Mapeo de procesos. Análisis de utilización de equipo y personas. Análisis de valor agregado.	Proceso mapeado (SIPOC, Cursograma, Flujo del proceso). Perfil de utilización de equipos y personas. Porcentajes de agregación de valor de las tareas.
	2	Determinación de las relaciones de los procesos desde y hacia alisto.	Diagrama de relaciones.	Relaciones entre procesos identificadas.
	3	Análisis de la demanda actual y estimada.	Método de descomposición de la demanda.	Perfil de comportamiento de la demanda.
	4	Análisis la pertinencia de la estrategia de alisto y en función del método de alisto.	Simulación. Análisis estadístico. Investigación académica-documental.	Nivel de pertinencia del tipo de alisto. Tipo de alisto pertinente a la estrategia.
	5	Determinación de los porcentajes de utilización del equipo y persona.	Muestreo de trabajo.	Porcentajes de utilización por equipo y por persona.
	6	Determinación de tiempos estándar de preparación de pedidos.	Estudio de tiempos.	Tiempos estándar por actividad.
	7	Determinación de la capacidad del alisto.	Análisis de capacidad.	Capacidad actual en términos de unidad equivalente por unidad de tiempo. Cantidad de personas necesarios para satisfacer la demanda.
	8	Determinación del método de secuenciamiento actual.	Mapeo de recorrido	Perfil de secuenciamiento actual.
	9	Determinación de las causas y efectos de las inconsistencias y reprocesos.	Diagrama causa-efecto. Diagrama Pareto.	Principales causas de inconsistencias y reprocesos. Causas y efectos identificados.
	10	Determinación de las causas y efectos de horas extra.	Diagrama de Ishikawa. Análisis de costos.	Causas y Efectos identificados. Efectos monetarios calculados.
	11	Determinación del tiempo de holgura con respecto a la entrega.	Análisis estadístico.	Tiempo de holgura. Brecha respecto a la métrica identificada.
	12	Establecimiento de la exactitud, precisión y cantidad de pedidos enviados completos.	Análisis estadístico.	Índice de exactitud del alisto. Índice de precisión del alisto. Índice de pedidos enviados completos.

Tabla 3*Metodología general*

Fase	ID	Actividades	Herramientas	Productos esperados
Diseño	13	Rediseño de la estrategia de alisto.	Perfiles logísticos. Modelo de simulación. Ingeniería de requerimientos.	Criterios de zonificación. Criterios de asignación de ubicaciones. Criterio de asignación de equipo. Tipo de alisto definido. Método de procesamiento de pedidos.
	14	Rediseño del proceso de asignación de pedidos.	Mapeo del proceso. Ficha de proceso. Instructivo de proceso.	Proceso propuesto mapeado. Procedimiento del proceso propuesto. Instrucciones del proceso propuesto.
	15	Rediseño del proceso de alisto.	Mapeo del proceso. Ficha de proceso. Instructivos.	Proceso propuesto mapeado. Procedimiento del proceso propuesto.
	16	Diseño de un algoritmo de optimización agrupación de pedidos.	Algoritmos metaheurísticos.	Programa propuesto para la agrupación de pedidos.
	17	Diseño de un algoritmo optimización de rutas de alisto.	Algoritmos metaheurísticos.	Programa propuesto para la optimización de rutas de alisto.
Validación	18	Pruebas controladas en simulación del sistema de alisto.	Simulación. Estadística inferencial. Análisis de ahorro.	Nivel de consistencia de la herramienta. Ahorro en distancias del pedido.
	19	Prueba controlada de alisto de pedidos.	Toma de tiempos de prueba de alisto in situ. Estadística inferencial. Análisis de ahorro.	Ahorro en tiempo de alisto del pedido.
	20	Pruebas controladas en simulación para pedidos ordinarios mensuales.	Simulación. Estadística inferencial. Análisis de ahorro.	Ahorro de la propuesta para para pedidos ordinarios mensuales.
	21	Pruebas controladas en simulación para extra-pedidos.	Simulación. Estadística inferencial. Análisis de ahorro.	Ahorro de la propuesta para extra-pedidos.
	22	Entrenamiento al personal clave del ALDI.	Presentación oral. Encuesta de satisfacción.	Personal clave capacitado. Porcentaje de satisfacción de la organización con el proyecto.

1.7.4. Cronograma de trabajo

Es esta sección la Tabla 4 se presenta el cronograma de trabajo desglosado por duración en semanas de acuerdo con las respectivas actividades planteadas en la metodología general.

Tabla 4*Cronograma de trabajo*

Fase	id	Precedencia	Duración (semanas)	Inicio	Finalización
Diagnóstico	1	-	14	0	14
	2	1	0,5	14	14,5
	3	1	3	14	17
	4	1, 3	7	17	24
	5	-	14	0	14
	6	-	14	0	14
	7	5, 6, 3	3	17	20
	8	1	3	14	17
	9	1	2	14,5	16,5
	10	9	3	16,5	19,5
	11	7	1	20	21
	12	9	2	16,5	18,5
Diseño	13	1-12	7	24	31
	14	13	2	31	33
	15	14	3	33	36
	16	14	6	33	39
	17	14	5	33	38
Validación	18	13-17	6	39	45
	19	13-17	1	39	40
	20	18	6	45	51
	21	18	6	45	51
	22	13-17	3	39	42

Capítulo 2. Diagnóstico

2.1. Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos generales y específicos del diagnóstico del proyecto.

2.1.1. Objetivo general

Analizar las condiciones estratégicas y operativas actuales del sistema de alisto mediante la caracterización, el estudio de la capacidad de recursos y la productividad del proceso con la finalidad de evaluar necesidades de rediseño, ajustes en los métodos de trabajo y capacidad de alisto en función de la demanda que se necesita atender.

2.1.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar los métodos y estrategias del sistema por medio de la caracterización de los métodos de trabajo del proceso de alisto, su relación con otros procesos y un análisis tanto de su estrategia como de su demanda, con el fin de determinar su grado de pertinencia dadas las características inherentes del sistema de alisto.
- b. Evaluar la capacidad actual en función del método ejecutado por medio de un estudio de tiempos, muestreo del trabajo y el contraste con respecto a la capacidad requerida con el fin de establecer las necesidades del sistema para satisfacer la demanda del ALDI.
- c. Identificar las causas y efectos asociados a los reprocesos, inconsistencias y al pago de horas extra por medio de la revisión de los registros del ALDI sobre de estos elementos para así determinar oportunidades de mejora al proceso que permitan la disminución de estas ineficiencias.
- d. Medir el desempeño del sistema actual de alisto por medio de la determinación de indicadores de precisión, exactitud, así como de cantidad pedidos enviados completos para verificar el grado de cumplimiento de las metas establecidas por la gerencia.

2.2. Metodología del diagnóstico

En la Tabla 5 se presenta la herramienta desarrollada para la etapa del diagnóstico del proyecto. Esta herramienta es una elaboración propia que representa la metodología lógica a seguir en forma de 12 actividades cada una con sus respectivas herramientas y productos esperados. Esta permite relacionar cada una de las actividades planteadas para esta fase, con los objetivos específicos del diagnóstico.

Tabla 5

Metodología de la fase de diagnóstico

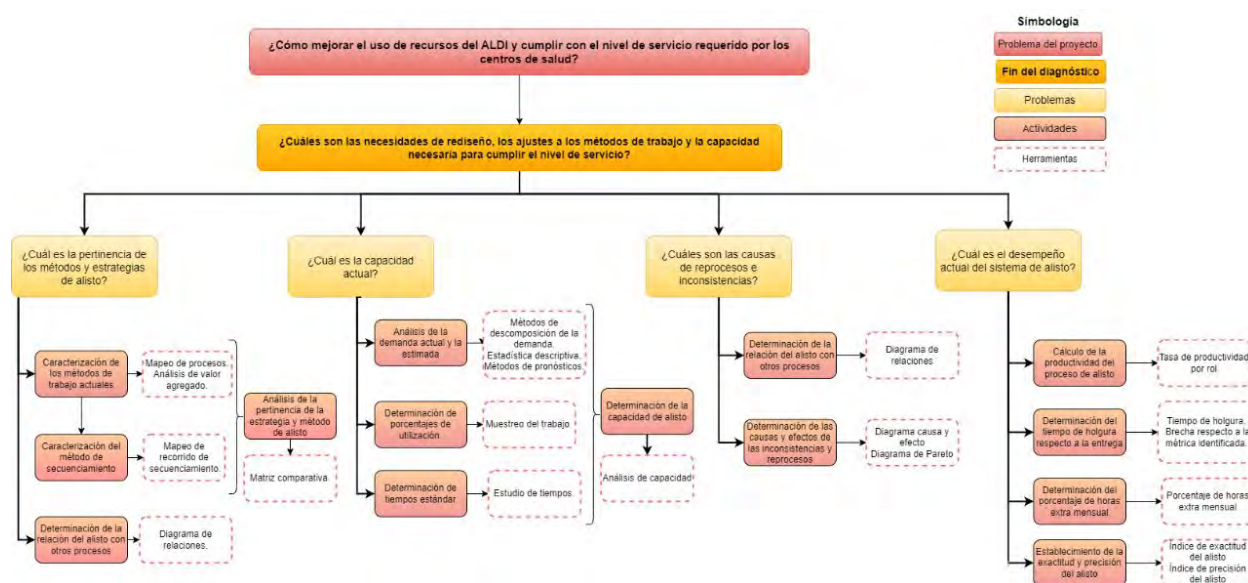
Objetivos específicos	ID	Actividades	Herramientas	Productos esperados
1. Evaluar los métodos y estrategias del sistema por medio de la caracterización de los métodos de trabajo del proceso de alisto, su relación con otros procesos y un análisis tanto de su estrategia como de su demanda, con el fin de determinar su grado de pertinencia dadas las características inherentes del sistema de alisto.	1	Caracterización de los métodos de trabajo del alisto.	Mapeo de procesos. Análisis de utilización de equipo y personas. Análisis de valor agregado.	Proceso mapeado (SIPOC, Cursograma, Flujo del proceso). Perfil de utilización de equipos y personas. Porcentajes de agregación de valor de las tareas.
	2	Determinación de las relaciones de los procesos desde y hacia alisto.	Diagrama de relaciones.	Relaciones entre procesos identificadas.
	3	Análisis de la demanda actual y estimada.	Método de descomposición de la demanda.	Perfil de comportamiento de la demanda.
	4	Análisis la pertinencia de la estrategia de alisto y en función del método de alisto.	Simulación. Análisis estadístico. Investigación académica-documental.	Nivel de pertinencia del tipo de alisto. Tipo de alisto pertinente a la estrategia.
2. Evaluar la capacidad actual en función del método ejecutado por medio de un estudio de tiempos, muestreo del trabajo y el contraste con respecto a la capacidad requerida con el fin de establecer las necesidades del sistema para satisfacer la demanda del ALDI.	5	Determinación de los porcentajes de utilización del equipo y persona.	Muestreo de trabajo.	Porcentajes de utilización por equipo y por persona.
	6	Determinación de tiempos estándar de preparación de pedidos.	Estudio de tiempos.	Tiempos estándar por actividad.
	7	Determinación de la capacidad del alisto.	Análisis de capacidad.	Capacidad actual en términos de unidad equivalente por unidad de tiempo. Cantidad de personas necesarios para satisfacer la demanda.
3. Identificar las causas y efectos asociados a los reprocesos, inconsistencias y al pago de horas extra por medio de la revisión de los registros del ALDI sobre de estos elementos para así determinar oportunidades de mejora al proceso que permitan la disminución de estas ineficiencias.	8	Determinación del método de secuenciamiento actual.	Mapeo de recorrido	Perfil de secuenciamiento actual.
	9	Determinación de las causas y efectos de las inconsistencias y reprocesos.	Diagrama causa-efecto. Diagrama Pareto.	Principales causas de inconsistencias y reprocesos. Causas y efectos identificados.
	10	Determinación de las causas y efectos de horas extra.	Diagrama de Ishikawa. Análisis de costos.	Causas y Efectos identificados. Efectos monetarios calculados.
4. Medir el desempeño del sistema actual de alisto por medio de la determinación de indicadores de precisión, exactitud, así como de cantidad pedidos enviados completos para verificar el grado de cumplimiento de las metas establecidas por la gerencia.	11	Determinación del tiempo de holgura con respecto a la entrega.	Análisis estadístico.	Tiempo de holgura. Brecha respecto a la métrica identificada.
	12	Establecimiento de la exactitud, precisión y cantidad de pedidos enviados completos en el alisto.	Análisis estadístico.	Índice de exactitud del alisto. Índice de precisión del alisto. Índice de pedidos enviados completos.

Adicionalmente, se hace uso de un mapa mental el cual corresponde a una herramienta estratégica que permite, de manera gráfica, plasmar las actividades que se deben de llevar cabo durante la fase de diagnóstico definiendo su alcance y orden de abordaje (Roig Zamora y Araya Ramírez, 2013). De esta manera, el mapa mental presentado en la Figura 1, permite integrar la metodología planteada anteriormente con todos los pasos a desarrollar de manera estructurada y visual generando una mejor comprensión de la secuencia de los estudios a realizar.

Así, el mapa mental se divide en cuatro ramas estrechamente relacionadas con los cuatro objetivos planteados anteriormente. Como resultado, la configuración del documento se puede relacionar con el mapa mental de la siguiente manera: la primera rama en color amarillo relacionada con la pertinencia de los métodos y estrategias del alisto es desarrollada en la sección 2.3; la segunda rama sobre la capacidad del sistema es desarrollada en la sección 2.4. Por su parte, la tercera rama, referente a las causas de reprocesos e inconsistencias, es desarrollada en la sección 2.5. Por último, la rama final del mapa mental asociada al desempeño del sistema de alisto es desarrollada en la sección 2.6.

Figura 1

Mapa mental de la etapa de diagnóstico del proceso de investigación



2.3. Estudio de la pertinencia del sistema de alisto

En esta sección, se evaluarán los métodos y estrategias utilizados con relación al objetivo principal de establecer un sistema de alisto eficiente. Este análisis se enfocará en la primera rama del mapa mental mostrado en la Figura 1.

2.3.1. Caracterización de los métodos de trabajo del alisto

En esta sección se caracterizan los métodos de trabajo del alisto por medio del diagrama SIPOC, el curso-grama analítico, un análisis de valor agregado de las tareas del proceso y el perfil de utilización del personal y equipos utilizado en el alisto.

2.3.1.1. Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC es una herramienta utilizada para la mejora de procesos, mediante la representación esquemática de los elementos clave de estos, y permite analizar el proceso desde un punto de vista amplio, identificando a los proveedores, las entradas, las etapas, las salidas y los clientes de este (González y Escobar, 2021).

Por lo tanto, con el fin de entender los elementos claves del proceso de alisto del ALDI, en la Figura 2 se muestra el diagrama SIPOC realizado para la caracterización de este. Se debe aclarar que se decide manejar el alisto de cada una de las líneas (farmacia, proveeduría y extra-pedidos) cómo un único proceso debido a que comparten la misma estructura general, con diferencias mínimas que serán abordadas en mayor detalle en la sección 2.3.1.2 .

Figura 2

Diagrama SIPOC para el proceso de alisto de las líneas de farmacia, proveeduría y extra-pedidos



La información incluida en el diagrama presentado se construye con base en entrevistas con el jefe de la Bodega y los Subjefes, además se realizaron consultas a los bodegueros de cada línea, visitas al sitio para la comprensión del proceso y revisión documental de los procedimientos del ALDI.

Como se muestra en la Figura 2, los proveedores del proceso de alisto para las tres líneas consisten en el proceso de acomodo, en el cual se define la localización de la mercancía entrante en las áreas de almacenamiento; el proceso de reabastecimiento de inventario, el cual consiste en reaprovisionar los primeros dos niveles de los *racks*, los cuales están designados para la recolección de los productos, desde el inventario almacenado en los niveles superiores de estos. En el caso del proceso de recepción de pedidos, este también se clasifica como proveedor del alisto debido a que en él se hace la división de los pedidos recibidos desde los centros de salud en varios documentos de acuerdo con la cantidad de líneas y tipo de productos de la orden, estos son posteriormente enviados a los alistadores para su preparación. En el caso de farmacia, los documentos del pedido se asignan al bodeguero según el pasillo en el que el mismo esté asignado para alistar, por lo que este tipo de pedido se divide entre distintos alistadores. Con respecto a proveeduría y extra-pedidos las personas asignadas a estas líneas deben recorrer los distintos pasillos para completar todos los documentos de cada pedido ya que se asignan a un solo alistador.

Sobre las entradas que recibe el proceso para estas tres líneas, en primer lugar, se encuentra la documentación necesaria durante el alisto, la cual varía según la línea; estas variaciones son explicadas en detalle en la sección 2.3.1.2. Entre el equipo que se utiliza se encuentra el *hand held*, el cual es un dispositivo electrónico por medio del cual los alistadores pueden observar las líneas de producto que conforman el pedido a alistar junto con la cantidad solicitada por el centro médico. Además, como parte del equipo, los alistadores pueden utilizar dos tipos de carretillas: eléctricas e hidráulicas. Las primeras son utilizadas para transportar los pedidos de mayor tamaño. Adicionalmente, las entradas incluyen también las mesas de trabajo utilizadas para

transportar distintos artículos y en el caso de que sea necesario manipular empaques o productos pequeños individuales, estos se alistan en una caja suelta conocida como caja de varios la cual es transportada por medio de la mesa. Por último, otras entradas del proceso comprenden las tarimas y el material de embalaje el cual consiste en el plástico con el que se empaican las tarimas, los marcadores para anotar el nombre del centro de salud del pedido en la tarima empacada (ver la Figura 3 como referencia), cinta, etiquetas, cúter, lapicero y la hoja de empaque, esta última utilizada solo en el caso de los extra-pedidos. Para mayor referencia de los equipos utilizados durante el alisto ver el Apéndice 5.

Figura 3

Ejemplo de una tarima embalada y rotulada



En cuanto al proceso de alisto, este consta de cuatro pasos: preparación del alistador, verificación de la disponibilidad del producto, recolección del producto, así como embalaje y entrega. En el caso de extra-pedidos, la última actividad consiste solo en la entrega, debido a que los pedidos no se embalan al no ser despachados en camiones, en lugar de ello son recolectados por una persona representante del centro médico.

Las salidas del proceso consisten en el pedido listo para ser enviado, así como la documentación correspondiente completada y verificada por los subjeses de las líneas. Por último, el único cliente del alisto es el proceso de despacho, en el cual se carga la mercancía a los camiones que la transportan hasta los distintos

centros médicos. En el caso de extra-pedidos estos no son enviados en camiones, sino que son despachados a una persona representante del centro médico que recoge el pedido.

2.3.1.2. *Cursograma del proceso*

El cursograma analítico es un diagrama que representa la trayectoria de un procedimiento por medio de la utilización de símbolos de operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento (Kanawaty, 2011). En este caso se desarrolla el cursograma de operario, donde se registra lo que realiza la persona que trabaja en el proceso de alisto de las distintas líneas en estudio.

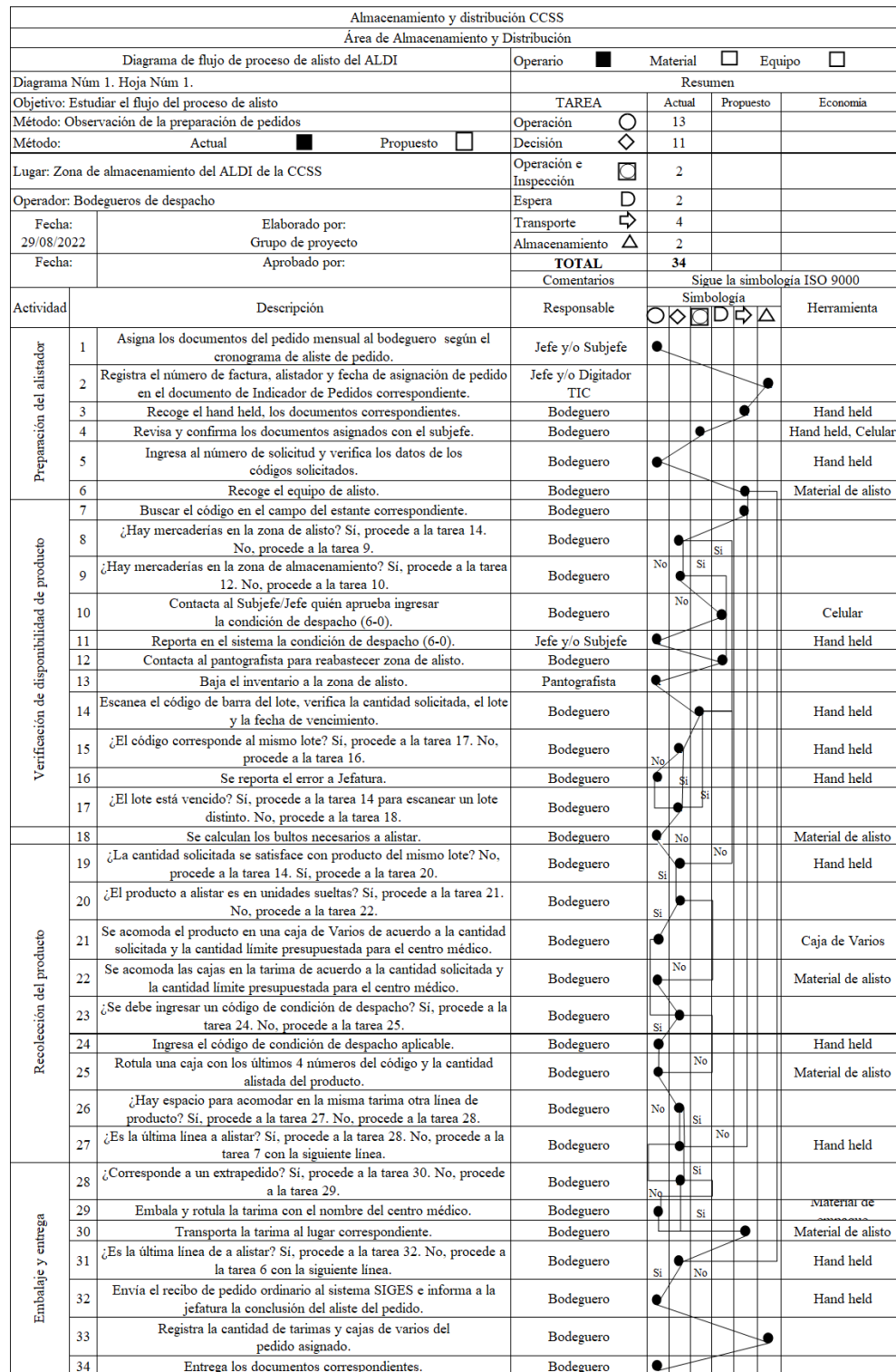
El ALDI tiene documentado dos diagramas de proceso separados para las líneas de proveeduría y farmacia llamados “Proceso de alisto de los pedidos mensuales en el *picking* de proveeduría” y “Proceso de alisto de los pedidos mensuales en el *picking* de farmacia”, los cuales presentan exactamente el mismo contenido a excepción del nombre de la línea, el cual varía según el documento. Sin embargo, una vez estudiados estos diagramas se determina que los mismos no representan correctamente la realidad sobre cómo se desarrolla el alisto en la organización. En primer lugar, se identifica que el alcance de estos diagramas abarca operaciones que no corresponden directamente al proceso de alisto de pedidos como por ejemplo lo que es la descarga, impresión, entrega y posterior almacenamiento del documento del pedido mensual, ya que no consisten en tareas que se ejecutan cada vez que se va a alistar un pedido, en lugar de ello, estas son llevadas a cabo cuando los centros médicos realizan sus órdenes mensuales. Además, se excluyen actividades de finalización las cuales abarcan las relacionadas a la facturación y creación de memorandos debido a que estas son desarrolladas de manera no consistente ya sea por día o por cada cierto periodo de tiempo el cual puede variar, es decir, no es una actividad realizada cada vez que se concluye el alisto de un pedido. Adicionalmente a estas observaciones, no se aplica el estándar de este procedimiento ya que, los alistadores no cumplen con el orden de las tareas establecidas en este flujo de proceso. De acuerdo con las observaciones del proceso, cada alistador lleva a cabo las tareas necesarias para el alisto, sin embargo, todos tienen un método de trabajo propio.

En el caso de extra-pedidos, el ALDI no cuenta actualmente con un proceso de alisto documentado para esta línea a diferencia de las demás líneas.

Con respecto al funcionamiento actual de las operaciones de la organización, se tiene que las líneas de farmacia, proveeduría y extra-pedidos son consideradas para la jefatura del ALDI como procesos separados, sin embargo, al analizarlas se determina que, en realidad, comparten la misma estructura general por lo cual se decide hacer uso del cursograma analítico de operario de manera que se considera un único proceso para las líneas, este se muestra en la Figura 4. El cursograma cuenta con cuatro actividades principales, sin embargo, se observa que las mismas en realidad se descomponen en 34 tareas que describen cada paso de la preparación de pedidos.

Figura 4

Cursograma del proceso de alisto de las líneas farmacia, proveeduría y extra-pedidos



Sin embargo, existen ciertas diferencias en el proceso según la línea que se esté ejecutando que deben de ser señaladas, lo cual se procede a realizar a continuación. En primer lugar, con respecto a la tarea 2 se maneja un documento de Excel de indicador de pedidos para cada línea, es decir, se cuenta con el “Indicador de Pedidos Farmacia”, “Indicador de pedidos proveeduría” e “Indicador de pedidos extra-pedidos”. Seguidamente, con relación a la tarea 4, cada línea maneja distintos documentos durante el alisto: los bodegueros de farmacia utilizan la hoja de “Servicios de aliste y despacho de farmacia” donde además de incluir las cantidades totales de tarimas y cajas de varios alistados, deben ingresar los lotes y sus respectivas condiciones de despacho que apliquen dadas las eventualidades que ocurran durante el alisto para cada pedido asignado, (Ver el Apéndice 2 para mayor referencia de las condiciones de despacho utilizadas). Por su parte, la línea de proveeduría maneja los documentos de hoja de “Solicitud de Tarima completa” para el registro de los casos donde se deban alistar tarimas enteras, lo cual es recurrente en esta línea, y la hoja de “Servicio de aliste y despacho proveeduría” que es equivalente a la documentación de farmacia antes descrita. La línea de extra-pedidos, aunque hacen uso del *hand held* junto con la hoja solicitud de pedido del centro médico en formato impreso, en la misma apuntan las condiciones de despacho que sean necesarias.

Con respecto a las tareas 15 y 16, cuando no coinciden los datos de un lote con lo que está físicamente en el almacén, el manejo de este reporte a la jefatura varía por línea, para farmacia los bodegueros utilizan la condición número 10 de “Despacho en tarima completa” para informar a la jefatura sobre este tipo de errores, pueden hacer uso de esta condición de manera simbólica dado que esta línea no alista tarimas completas. En cuanto a proveeduría, los bodegueros usualmente anotan en su hoja de “Servicio de aliste y despacho proveeduría” el error encontrado u optan por dirigirse directamente a su jefe para que realice la corrección en el sistema. Por parte de extra-pedidos como se menciona anteriormente, los bodegueros hacen este tipo de anotaciones en su documento impreso de la solicitud de pedido.

Con respecto a la tarea 27 sobre embalar y rotular la tarima, esta es una operación que para las líneas que se encargan de pedidos mensuales ordinarios, es decir, farmacia y proveeduría significa envolver la tarima utilizando plástico de embalaje y con un marcador escribir sobre el plástico el centro médico de destino y el número de solicitud de pedido. Mientras que en extra-pedidos esta operación tiene la distinción de que no se embala con plástico, en lugar de ello, hacen uso de una hoja de Rotulación de extra-pedidos la cual se adjunta a la tarima.

Cabe rescatar que la tarea de transportar la tarima también varía por zona de alisto, para aquellos bodegueros alistando productos de farmacia cada uno tiene una zona asignada para tarimas preparadas la cual está ubicada entre las oficinas administrativas y el comienzo del área de almacenamiento en el lado noreste del almacén, mientras que en proveeduría los bodegueros colocan sus tarimas preparadas tanto en los pasillos como en los túneles del almacén. Extra-pedidos tiene su área para tarimas listas designadas en las zonas de despacho.

A partir de este diagrama el cual busca describir el método de trabajo actual, se identifica la falta de un método de asignación sistémica de los recursos (personas y equipo) para cada pedido que se debe de preparar considerando su complejidad y las cargas de trabajo que implica.

En el estado actual, la asignación de pedidos depende de la jefatura de la línea, compuesta por una persona, lo cual convierte al proceso en dependiente de la disponibilidad y permanencia del jefe para poder asignar

un pedido. De esta manera se encuentra que, la continuidad del flujo del proceso está constantemente en riesgo al ser la tarea de asignación de pedido la que inicia el ciclo de alisto del pedido. Como dato guía los alistadores pueden tener tiempos ociosos esperando por un pedido ordinario de hasta 8,4 minutos, a pesar de ello hay que considerar que este tiempo ocioso puede ser extendido si el jefe se encuentra en alguna reunión, aprovechando un tiempo de descanso u otras actividades que le impidan asignar inmediatamente el pedido. En el caso de extra-pedidos, es posible observar hasta 1,83 horas a un bodeguero sin haber recibido un pedido.

Por último, es relevante mencionar que a pesar de existir un procedimiento actualmente en el ALDI para el alisto, así como el que se presenta en el cursograma de la Figura 4, las tareas, en la práctica, no se llevan a cabo de manera estándar, ni siquiera en el mismo orden de estos diagramas. A pesar de estar documentado el flujo del proceso, no existen capacitaciones o controles para asegurar la adecuada ejecución de las tareas. Por esto, se observan casos donde dos o más líneas de producto son alistadas al mismo tiempo, se varía el orden de ejecución con cada línea de pedido e incluso se omiten algunas de las tareas definidas. Lo anterior da lugar a malas prácticas al preparar los pedidos, lo que resulta en inconsistencias en los pedidos preparados y en los niveles de inventario en el sistema.

Según Kanawaty (2011) posterior a registrar cada actividad del método existente, el siguiente paso corresponde a realizar un análisis crítico para determinar oportunidades de mejora.

Primeramente, se pueden clasificar las 4 actividades que componen el proceso de alisto tal como lo expone Kanawaty (2011) en 3 categorías:

- a. Actividades de preparación, necesarias para poder iniciar las actividades clave pero que no generan valor. En este caso corresponde a la actividad de preparación del alistador y a la verificación de disponibilidad de producto, donde el alistador obtiene el equipo e insumos necesarios para alistar y luego verifica que hay producto necesario.
- b. Actividades activas, que modifican la forma, composición química o condición física del producto y son las que agregan valor. Donde esta corresponde a la recolección del producto, que es propiamente la razón de ser del proceso.
- c. Actividades de salida, son las necesarias para concluir el proceso, pero de igual manera que las de preparación no generan valor. Correspondiendo está a la actividad de embalaje y transporte, necesarias para el proceso de despacho, pero que no aportan valor al cliente.

Kanawaty (2011) indica que se debe minimizar la cantidad de tareas que forman parte de las actividades de preparación y salida, dado que las actividades activas son las que hacen evolucionar el producto o servicio.

En la Figura 4 es posible observar que lo anterior no se cumple, ya que solo el 30 % de las tareas son parte de la actividad de recolección del producto, lo que implica que es posible que la mayor parte de los recursos no se destinen a tareas activas, por lo que resulta una oportunidad de mejora la simplificación de estas actividades. Por ejemplo, resulta interesante evaluar la posibilidad de unificar tareas como la 3 y la 6. Por otro lado, existen demoras a causa de desabastecimientos de la zona de alisto o por aprobación de condiciones de despacho de las cuales podría evaluarse su eliminación o sustitución.

Posteriormente, es necesario realizar un análisis similar al previo, pero dentro de las actividades activas,

ya que como menciona Kanawaty (2011) estas se subdividen de elementos claves (operaciones) y no claves (transportes, inspecciones y demoras). Pero en este caso se puede observar que con excepción de las decisiones todas las demás tareas corresponden a operaciones, por lo que se podría evaluar eliminar decisiones para reducir la complejidad del proceso y con esto reducir la probabilidad de errores (Salas, Madriz, Sánchez, Sánchez, y Hernández, 2018).

2.3.1.3. *Análisis de valor agregado del proceso*

El método de análisis de valor agregado consiste en la clasificación de las tareas según si aportan valor añadido al cliente, a la organización o no generan valor del todo (Rey, 2007). La idea de este estudio es aumentar la satisfacción al menor costo, por medio de la eliminación de toda tarea que no genere valor, minimizando inversiones, facilitando el dominio y buen funcionamiento de los procesos (Rey, 2007).

Las actividades que agregan valor al cliente son todas aquellas que intervienen en el producto. Mientras que las que generan valor a la organización se consideran necesarias para poder realizar el proceso. Por último, existen las actividades que no generan valor ni al cliente ni a la organización, por lo tanto, este tipo de actividades deben ser eliminadas ya que consumen recursos innecesariamente (Guerrero Maxi, 2011). Es importante mencionar, que las decisiones no forman parte de este análisis. Los resultados para el proceso de alisto de farmacia, proveeduría y extra-pedidos son presentados en la Tabla 6.

Tabla 6

Análisis de valor agregado para el proceso de alisto para las líneas de farmacia, proveeduría y extra-pedidos

Clasificación de actividades	Cantidad	Porcentaje que representan
Generan valor para la organización	10	45,5 %
No generan valor	12	54,5 %

En la Tabla 6 se observa que el 45,5 % de las tareas generan valor para el cliente. De igual manera se obtiene un porcentaje alto (54,5 %) de tareas que no generan valor, lo cual se debe principalmente al número de tareas que corresponden a transportes, inspecciones y demoras en el proceso.

2.3.1.4. *Perfil de utilización de personal y equipos*

Con el fin de caracterizar los recursos en equipo y en personal que están involucrados en el proceso de alisto de las diferentes líneas del ALDI, se realiza un perfil de utilización de estos, con base en la información suministrada por el personal de la bodega, así como en lo observado en las visitas de campo realizadas a las líneas.

Sobre el personal de las líneas de alisto, estuvo conformado por 30 bodegueros, a principios del año 2022, los cuales 10 de estos correspondían a lo que es llamado comúnmente en el ALDI como “plazas gemeleadas”, es decir, bodegueros que tienen una condición de contrato temporal. Estas plazas fueron creadas con el objetivo de poder satisfacer la demanda de los centros médicos, debido al alza que se dio a raíz de la pandemia. En el mes de agosto del presente año, la cantidad de plazas gemeleadas se redujo a 8 personas, dejando un total de 28 bodegueros entre todas las líneas. Es necesario recalcar que la contratación de estos alistadores en condición temporal se realizó de acuerdo con estimaciones del jefe de la Bodega y los Subjefes de las líneas,

más no fue determinada utilizando criterios para la determinación de la cantidad de personal necesaria de acuerdo con la demanda recibida mediante métodos matemáticos o estadísticos; por lo tanto, lo cual puede provocar una sobre o subestimación del personal necesario para cumplir con las tareas de alisto.

Con respecto a la distribución de bodegueros entre las líneas, estos se asignan de manera empírica de acuerdo con el tamaño y cantidad de órdenes que se manejan en cada una. Actualmente, en proveeduría se tienen ocho operarios, en farmacia se tienen 12 mientras que los extra-pedidos tienen cuatro bodegueros.

Los alistadores no solo se dedican a labores de alisto, sino que estas pueden variar según lo establecido por el Manual descriptivo de puestos de la Caja Costarricense del Seguro Social (Caja Costarricense del Seguro Social, 2021), en donde se definen una serie de actividades que los colaboradores en este rol pueden ejercer que se encuentran enumeradas en el Apéndice 3.

Esto significa que, aunque las labores de un bodeguero de alisto se concentren principalmente en la preparación de pedidos en las líneas de productos durante su jornada laboral, este puede ser trasladado a otra área que tenga una necesidad inmediata a satisfacer, por ejemplo, la carga de producto en los camiones o el descender producto en las zonas de almacenamiento, utilizando el pantógrafo. Con respecto a cómo se realiza y cuánto tiempo significa la rotación de los bodegueros de alisto a estas otras tareas, la Jefatura del ALDI no lo tiene claramente definido, sino que son asignados de acuerdo con las necesidades inmediatas en las diferentes áreas, pero, de acuerdo con entrevistas realizadas a los Subjefes de las líneas, si un bodeguero es asignado como alistador, solo en ocasiones extraordinarias este sería cambiado de funciones en otras áreas en el día de trabajo.

En cuanto a los equipos, el ALDI cuenta con 24 carretillas hidráulicas, cada una de ellas asignadas a un bodeguero, a excepción de los bodegueros en plazas gemeleadas, a los cuales no se les asigna equipo fijo. Además, se encuentran 6 carretillas eléctricas a disposición en el centro de distribución. Sobre estos elementos también se realiza el embalaje de las tarimas. Adicionalmente, se tienen a disposición 26 mesas de trabajo, las cuales, como las carretillas, están asignadas a cada bodeguero.

Estos equipos no solo se utilizan para las labores de alisto, sino que, según lo mencionado por el jefe de Bodega (R. Azofeifa, comunicación personal, 24 de agosto del 2022), también pueden ser utilizados para transportar la mercancía entrante a las zonas de almacenamiento y para el transporte de las tarimas alistadas a los andenes.

Además de los implementos mencionados previamente, los bodegueros utilizan también un *hand held* como herramienta de alisto. En este se indica cada producto a alistar, la cantidad que el centro de salud solicitó, así como la cantidad máxima o presupuestada que puede pedir, es importante mencionar que los bodegueros no pueden despachar más de lo que cada centro de salud posee de presupuesto. También es utilizado para registrar cada producto que alistan, así como las condiciones de despacho que se pueden presentar.

2.3.1.5. *Secuenciamiento del proceso de alisto*

El secuenciamiento hace referencia a la ruta que realiza el alistador a través del almacén para recoger los ítems solicitados en las listas de pedido (Bottani et al., 2019).

En el caso de ALDI, no existe un método establecido para el secuenciamiento de los productos. Cada alistador decide el orden en el que recogerá los artículos presentes en las listas de pedido, tratando de recoger

todos los productos y al mismo tiempo garantizar la integridad de estos y la estabilidad de la tarima. A menudo, comienzan por los productos más pesados o resistentes y dejan para el final los que son más livianos y propensos a dañarse, basándose únicamente en su conocimiento y experiencia, ya que no se llevan registros ni documentación sobre el peso, volumen u otras características de los productos. Esto puede conducir a errores humanos al definir una ruta, lo que puede resultar en rutas no óptimas que implican un mayor tiempo y costo en el proceso, así como la aparición de reprocesos como devoluciones en el trayecto por no haber recolectado un producto, el reacomodo de tarimas para incluir un producto que se recolectó más tarde y no puede colocarse encima de otro ya acomodado, o que un producto incluso no sea alistado debido a su peso convirtiéndose en una inconsistencia. Por otro lado, el sistema actual no filtra en la lista de pedidos los artículos que se encuentran desabastecidos, lo que implica que los bodegueros realizan traslados innecesarios hacia una posición de un producto que no puede ser alistado, generando una pérdida de tiempo y recursos.

Además, el acomodo de la mercancía en el almacén, tanto en la sección de farmacia como en la de proveeduría, se basa únicamente en el código identificador de producto, sin tener en cuenta el peso, volumen o tipo de empaque. Esto dificulta la definición de rutas por parte de los alistadores, que en muchas ocasiones deben devolverse a sus rutas para recoger un producto que no incluyeron en su lista debido al peso, volumen o resistencia del empaque.

Con el fin de cuantificar estos reprocesos, se realizaron observaciones de la recolección de 114 productos entre 16 tarimas conformadas por 12 bodegueros diferentes en diferentes días, y se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 7:

Tabla 7

Frecuencia de reprocesos observados en el secuenciamiento

Clasificación	Frecuencia
Devolución (por producto)	20,3 %
Reacomodo de tarima (por tarima conformada)	11,4 %
No recolección por peso y/o volumen (por producto)	7,3 %
Líneas visitadas en desabastecimiento	3 %

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 7, se puede observar que existe una presencia considerable de reprocesos en las rutas de conformación de pedido, así como la inversión de tiempo y recursos en reacomodar tarimas, recolectar un producto en un traslado innecesario, o utilizar tiempo visitando productos que no están disponibles. Todo esto impacta la eficiencia del proceso, al conllevar un aumento en los tiempos de alistamiento.

Finalmente, es crucial evaluar cómo se finalizan los pedidos. En farmacia, se ha asignado una zona específica para que los bodegueros depositen las tarimas, pero cuando esta se llena, estos depositan las tarimas completas en los pasillos. Por otro lado, en proveeduría no existe una zona designada para depositar las tarimas, por lo que los bodegueros las dejan en los túneles que existen entre los pasillos. En la Tabla 8 se pueden observar los resultados de las revisiones realizadas en un lapso de seis días a una hora aleatoria de la jornada. Independientemente, de si las tarimas se encuentran en un pasillo o un túnel, estas dificultan el paso de otros alistadores, y del pantógrafo, lo que, dificulta la preparación de los pedidos y el reabastecimiento de

productos. Esto sugiere la necesidad de buscar nuevas zonas designadas para estos productos o de mejorar la coordinación de los pedidos para, en el caso de la farmacia, evitar la sobrecarga en el almacén.

Tabla 8

Pasillos obstaculizados por tarimas

Zona	Promedio de cantidad de tarimas por zona	Total de tarimas por zona
Pasillos	9	330
Túneles	12	102

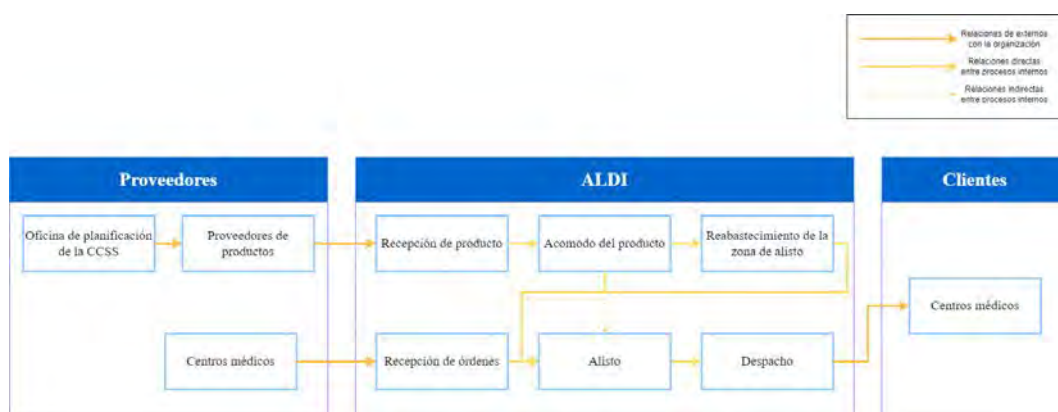
2.3.2. Estudio de relaciones

El proceso de alisto no está aislado de los efectos de otros procesos y, a su vez, otros procesos pueden verse afectados por él. En consecuencia, es posible clasificar las relaciones hacia y desde el proceso de alisto en función de si afectan o son afectadas por él, respectivamente. Además, es posible clasificar las relaciones según si se dan directamente entre procesos, indirectamente o si la relación es con un ente externo a la organización.

En la Figura 5 se muestra un diagrama de relaciones, el cual de manera visual representa las relaciones de proveedores, la organización y los clientes, pero también muestra las relaciones que existen dentro de los mismos (Damelio, 2011). Es relevante recalcar que en el ALDI se cuenta con 8 pasillos y dos túneles entre los pasillos.

Figura 5

Diagrama de relaciones



Se identificaron como relaciones hacia el proceso de alisto, es decir aquellos procesos que lo afectan directamente, a los procesos de reabastecimiento de la zona de alisto, la recepción de órdenes y el acomodo del producto.

El primer y más influyente de estos procesos es el reabastecimiento, que se encarga de trasladar los productos de los estantes superiores o zona de almacenamiento a la zona de alisto, desde donde los bodegueros preparan los pedidos. Actualmente, este proceso se realiza mediante inspecciones visuales. Si el bodeguero

llega a la zona de alisto y no hay producto disponible, debe solicitar la ayuda de un apilador y esperar el reabastecimiento, lo que constituye una espera en el proceso. Si el bodeguero coincide con el apilador en la ubicación del mismo producto o en una zona cercana del pasillo, se genera también una demora ya que el alistador debe esperar a que el apilador termine su labor y se retire de la ubicación del producto por motivos de seguridad. Además, si un apilador no registra el cambio de un producto de la zona de almacenamiento a la zona de alisto, el bodeguero no podrá recoger dicho producto para el pedido ya que no aparecerá como disponible para alistar en el sistema.

Para cuantificar la incidencia de estos eventos, se realizó una muestra de 60 observaciones a apiladores durante varios días y se encontró que el 23,3 % de las veces había un alistador detenido en espera del paso del apilador. Además, se llevó a cabo un conteo de productos que tenían inventario, pero no estaban disponibles para alistar por no haber sido abastecidos por el apilador, y se obtuvieron los resultados en la Tabla 9.

Tabla 9

Productos en desabastecimiento por pasillo

Pasillo	Promedio de productos en desabastecimiento	Porcentaje
1	7,2	8,9 %
2	12,6	6,9 %
3	13,2	11,3 %
4	2,5	3,2 %
5	3,5	8,1 %
6	14,8	9,0 %
7	8,3	3,9 %
8	2,2	6,8 %
Total	8,0	7,3 %

La siguiente relación hacia el proceso de alisto es la recepción de órdenes, que implica recibir y procesar las órdenes que realizan los centros de salud mensualmente, y preparar los documentos para los alistadores. Esta relación es importante ya que, a partir de ella se inicia el proceso de preparación de pedidos. Si hay demora en la asignación de pedidos, no se podrán enviar los productos a preparar, lo que causará retrasos en el proceso. Además, los criterios de priorización y separación de documentos de pedido pueden afectar el nivel de servicio. Actualmente, estos aspectos se llevan a cabo de forma empírica.

La última de las relaciones hacia el proceso de alisto es el acomodo de producto. Este proceso es importante ya que determina la disponibilidad de producto en la zona de almacenamiento que alimenta a la zona de alisto. Si hay retraso o fallo en este proceso, puede comprometerse la disponibilidad de producto para preparar. Además, puede ocurrir que el producto no se registre correctamente en este proceso, lo que implicará que el alistador no pueda recogerlo para la preparación del pedido.

En cuanto a las relaciones desde el proceso de alisto, sólo se tiene el proceso de despacho. Este proceso consiste en cargar y entregar los pedidos alistados a su respectivo centro de salud. Si la conformación de una tarima se retrasa, ésta no podría ser despachada. Además, si una tarima no es adecuada para ser despachada,

es el personal de este proceso el que debe arreglarla. En un muestreo aleatorio de 65 tarimas, el 13 % tuvieron que ser reordenadas, principalmente porque su altura era superior a los dos metros, altura máxima de los contenedores en los que se envían los pedidos.

Con respecto a las relaciones con entidades externas a ALDI que tienen un impacto en el proceso de preparación de pedidos, en estas se incluyen a los centros de salud, los proveedores de productos y la Oficina de Planificación de la CCSS.

Los centros de salud son el cliente del ALDI y son ellos quienes realizan y reciben los pedidos. La relación con ellos es hacia el proceso de alisto, ya que generan las órdenes en un periodo designado específico. Si se retrasan en este periodo, implica retrasos en todos los procesos del ALDI, incluyendo el alisto. Por otro lado, también tienen una relación desde el proceso de alisto, ya que, si la preparación de pedidos se retrasa, se puede retrasar la entrega de las órdenes, lo que afecta las operaciones del centro de salud. Además, son los centros médicos quienes generan los extra-pedidos, ya sea por una inconsistencia en el pedido ordinario, como un producto que no se entregó o fue entregado dañado, o por un intento de pedir más producto de lo permitido en su presupuesto.

La Oficina de Planificación tiene una influencia indirecta sobre el proceso de alisto, ya que es la encargada de realizar las compras de inventario y de definir cuánto y cuándo comprar producto. De ella depende la disponibilidad de este. Los proveedores son los que entregan el producto comprado por la Oficina de Planificación al ALDI y también dependen de ellos la entrega de la mercancía a tiempo para mantener la disponibilidad de producto.

2.3.3. Análisis de pertinencia del alisto

La preparación de pedidos consiste en el proceso de retirar artículos del almacenamiento para satisfacer una demanda (Frazelle, 2002). Esta es la actividad más costosa y laboriosa en la mayoría de los almacenes donde, además, un desempeño deficiente en la actividad de alisto puede generar niveles insatisfactorios de servicios y costos operacionales altos al almacén (De Koster et al., 2006), por ende, mejoras en el alisto pueden incrementar enormemente la productividad de un almacén. Por esta razón, se reconoce que el sistema de alisto del ALDI debe de ser robusto y adecuado en su operación, por lo cual esta sección se dedica a determinar si los diferentes aspectos que conforman la estrategia actual del mismo son pertinentes para procurar la eficiencia y la productividad del sistema dadas las características de los pedidos y el almacén.

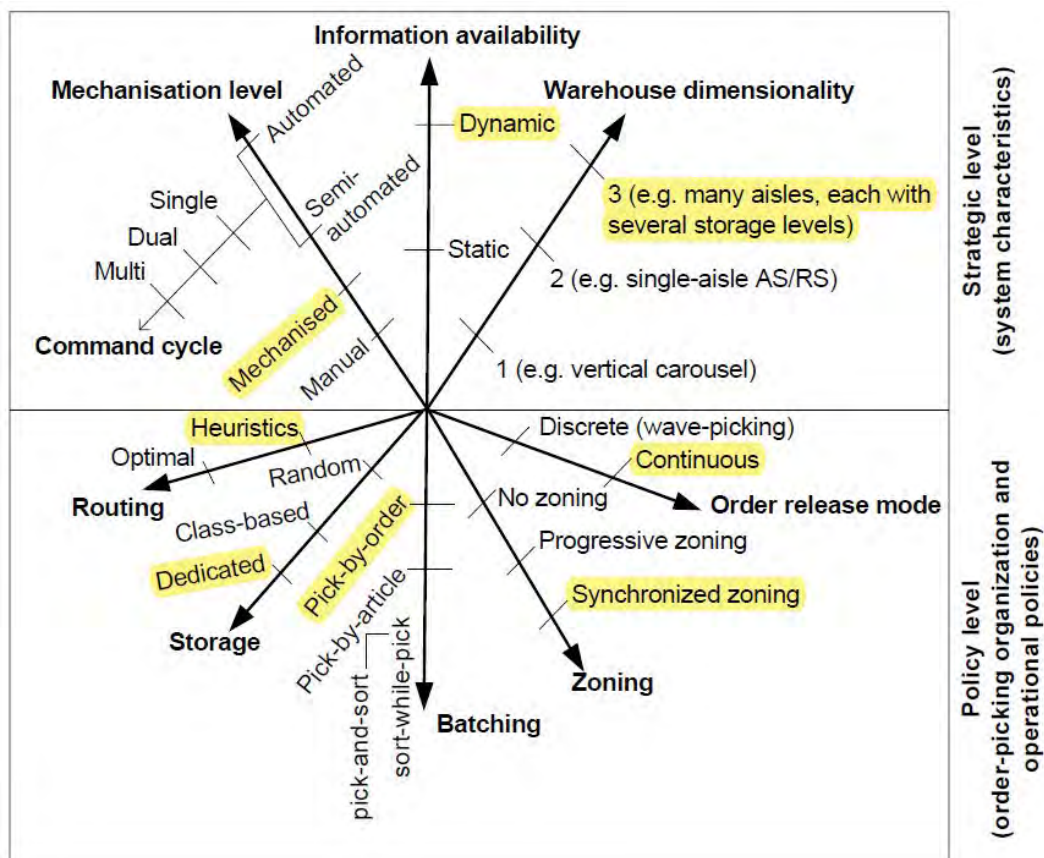
El diseño de un sistema de alisto depende de varios elementos y sus características como lo son los productos, las órdenes de clientes, los tipos de áreas funcionales, las combinaciones de tipos de equipo y las políticas operacionales de cada área funcional como lo son las normas de almacenamiento y extracción de productos (Dallari, Marchet, y Melacini, 2009).

Según De Koster et al. (2006), la Figura 6 muestra los niveles de complejidad de un sistema de alistamiento. A medida que el sistema se aleja del origen del gráfico, se vuelve más difícil de diseñar y controlar. Asimismo, se consideran factores internos en niveles estratégicos y políticos (organizacionales y operacionales). El nivel estratégico se refiere a las características del sistema que influyen en las decisiones de diseño. Se resaltan en color amarillo los niveles correspondientes al sistema de alistamiento del ALDI. Se observa que todos los ejes demuestran una alta complejidad, excepto en dos factores. El primero de estos de complejidad

baja es el enrutamiento, que se puede acercar a un enfoque heurístico debido a que algunos alistadores recomiendan el método de retorno al entrar y salir del mismo lado del pasillo. Y el método de preparación de pedidos *batching* (agrupamiento de pedidos), que en las tres líneas sigue un enfoque *pick-by-order* (alisto por orden), aunque en ocasiones los alistadores de extra-pedidos optan por un enfoque *pick-by-article* (alisto por artículo). En cuanto a los factores con niveles de complejidad más altos, el nivel de mecanización se clasifica como mecanizado, ya que no hay herramientas automatizadas, pero se utilizan hand held para acceder a la lista de pedido, así como carretillas hidráulicas o eléctricas. La disponibilidad de información se considera dinámica, ya que se accede a inventarios cambiantes y pedidos asignados a través de la plataforma SIGES. El nivel 3 describe adecuadamente la dimensionalidad del almacén. En cuanto al almacenamiento, es dedicado, ya que cada producto tiene una ubicación fija en los *racks*, incluso cuando los pedidos están desabastecidos. En el caso de las órdenes de farmacia, la zonificación es sincronizada, lo que significa que los alistadores preparan el pedido dividido por zonas, aunque no necesariamente al mismo tiempo, y al final se fusionan las órdenes parciales. Por último, el modo de liberación de órdenes es continuo, ya que se liberan las órdenes una por una y no simultáneamente según la zona de destino.

Figura 6

Complejidad de sistemas de alisto de pedidos



Nota: Tomado de De Koster et al. (2006) Design and Control of Warehouse Order Picking: a literature review

Ahora, conociendo los niveles de complejidad del alisto en el ALDI, se procede a analizar más a fondo las principales características de este sistema.

2.3.3.1. Sistema de alisto

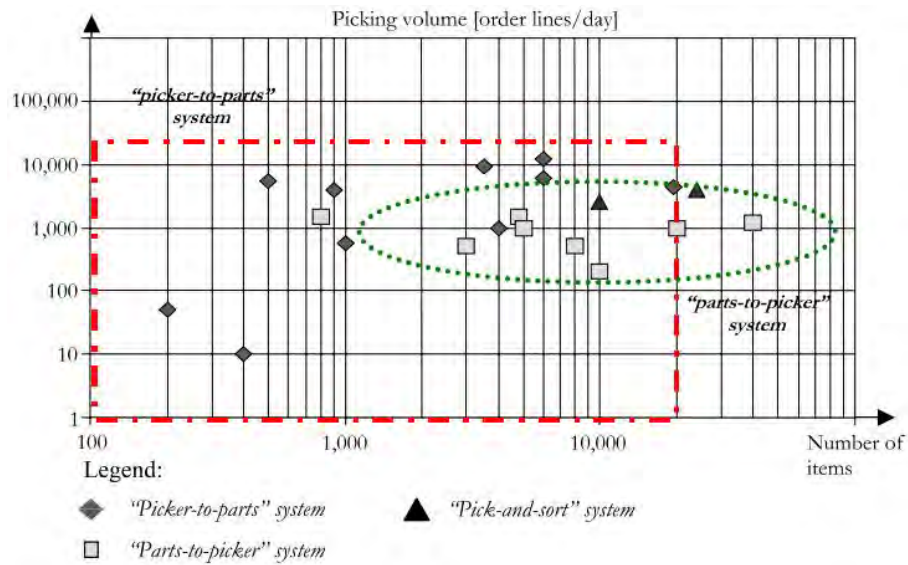
Un sistema de preparación de pedidos puede clasificarse de varias maneras, considerando un enfoque operacional, en este caso, se tienen cinco grupos: *picker-to-parts*, *picker-to-box*, *parts-to-picker* o alisto completamente automatizado Dallari et al. (2009). En el caso del ALDI, es claro distinguir que corresponde a un sistema de alistadores a productos (*picker-to-parts*) con una política de alisto de un pedido a la vez (*single order picking*), debido a que los operadores deben recorrer los diferentes pasillos en busca de los artículos que conforman las órdenes del pedido, siendo este el sistema con menor nivel de automatización existente.

Con el fin de establecer si el sistema de alisto alistadores a productos es pertinente, según las características de los pedidos del ALDI, se utiliza como referencia la metodología planteada por Dallari et al. (2009), esta se basa en la Figura 7 que muestra cuál sería el apropiado sistema de alisto para órdenes mayores a $0,5 \text{ m}^3$, con el supuesto de que este valor es aproximadamente equivalente a media tarima conformada, el cual es el caso para los volúmenes por pedido despachados por el ALDI en farmacia y proveeduría, en el caso de extra-pedidos se sigue la Figura 8 para pedidos menores a $0,5 \text{ m}^3$. según el estudio, a partir de la relación entre dos dimensiones; la tasa de recolección expresada en líneas de pedido alistadas por día y la cantidad de artículos manejados en el área de recolección; el sistema de alisto adecuado al almacén puede ser recomendado. Para la organización, estos datos se presentan en la Tabla 10.

Teniendo en cuenta los datos anteriores se determina que el sistema *pickers-to-parts* es el adecuado para las tres líneas. Esto es confirmado por el principal hallazgo del análisis estadístico de Dallari et al. (2009) ya que, este afirma que para números de artículos menores a 1 000, el sistema alistadores a productos es el tipo de enfoque que el almacén debe seguir.

Figura 7

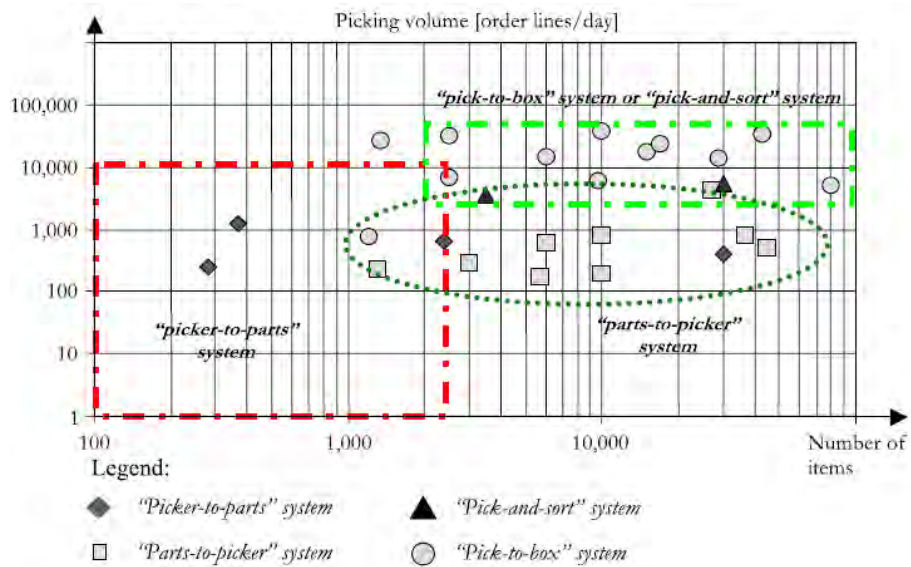
Matriz de sistema de alisto de pedidos, cuando el tamaño del pedido es superior a $0,5 \text{ m}^3$



Nota: Tomado de Dallari et al. (2009) Design of order picking system

Figura 8

Matriz de sistema de alisto de pedidos, cuando el tamaño del pedido es menor a $0,5 \text{ m}^3$



Nota: Tomado de Dallari et al. (2009) Design of order picking system

Tabla 10*Dimensiones del sistema de alisto del ALDI por línea*

Criterio	Farmacia	Proveeduría	Extra-pedidos
Líneas alistadas por día	1 239	886	245
Códigos por área	480	588	1 068
Tarimas por pedido (m^3)	12	11	<0,5

2.3.3.2. *Equipo y tipo de alisto*

En cuanto a tecnologías para el alisto se puede establecer que el escaneamiento de los productos, así como la tecnología por voz, son adecuados para el alisto por cajas (Dukić, Česnik, y Opetuk, 1999), el cuál es el caso para alrededor de un 70 % de un pedido del ALDI. De esta manera, se encuentra que el sistema de escaneamiento es adecuado pues es más preciso y veloz que un sistema basado en papel. En el caso de los códigos que son recolectados por unidades o como son llamados en el almacén, códigos de varios, es más utilizado el sistema de alisto por luz, sin embargo, este es únicamente recomendado en espacios pequeños para productos de alto movimiento.

A pesar de que el escaneo de productos es adecuado para la recolección de cajas, es importante destacar que los documentos de los pedidos digitalizados en el *hand held* no se consideran adecuados debido a que no ofrecen una guía hacia la localización de los productos, lo cual implica reprocesos como devoluciones, reacomodo de tarimas por peso, así como traslados innecesarios entre posiciones de producto (situaciones cuantificadas en la sección 2.3.1.5). Además, desde el *hand held* se presentan las unidades totales pedidas por el centro, mas estas no corresponden a las mismas unidades que necesitan recolectar los alistadores ya que constan de cajas o bultos o sus respectivos empaques secundarios, terciarios, etc, de acuerdo con el nivel de fraccionamiento que permita cada producto, lo cual implica que el alistador deba realizar conversiones manuales (por medio de calculadora), una tarea que no agrega valor a la organización.

Además, en el sistema del *hand held* no hay un filtro para distinguir productos que no tienen inventario o que se encuentran restringidos para los alistadores de pedido ordinario, lo cual provoca que, según los datos presentados en la sección 2.3.1.5, alrededor de 3 % de líneas por pedido sean visitadas aun cuando se encuentran desabastecidas, lo cual implica traslados innecesarios.

Por último, en el muestreo de trabajo (el cual se encuentra en la sección 2.4) se evidencia la dependencia al *hand held*, debido a la cantidad de tiempo que invierten los alistadores buscando información, corroborando la misma, escaneando lotes en el *hand held* y en las hojas impresas del pedido de cada centro. En el caso de los bodegueros de la zona de farmacia esto corresponde a alrededor de una hora de su jornada efectiva de trabajo, 25 minutos para proveeduría, y 36 minutos para aquellos que se dedican a preparar extra-pedidos.

De esta forma, se considera que el sistema no propicia la eficiencia del alisto debido a que es altamente manual y no guiado; la hoja de alisto digitalizada en el *hand held* y la movilización, así como recolección no motorizada de los alistadores a las zonas de alisto obstaculiza el eliminar tiempos de desplazamiento y de búsqueda.

2.3.3.3. *Método de procesamiento de pedidos*

La preparación de pedidos individuales se refiere a aquella en que el alistador maneja el alisto de una orden a la vez solamente, esta puede dividirse en dos tipos: la preparación de una orden individual completa (*complete order picking*) o la preparación de un pedido individual dividido (*split order picking*).

El primer método se refiere al alistamiento realizado mediante una única orden (Ling-feng y Lihui, 2006). Este enfoque se utiliza en la línea de proveeduría, donde los pedidos se preparan completos, atendiendo a un centro de salud a la vez. Por otro lado, el segundo método se basa en una orden compuesta por múltiples artículos, que se divide en varios subpedidos (Yuankai, Wei-Hua, Minfang, y Xiangpei, 2021), este enfoque se emplea en la línea de farmacia, donde la orden se divide entre dos o tres bodegueros.

Actualmente, la decisión de aplicar un método u otro en proveeduría y farmacia se basa en la teoría de que la cantidad de líneas es el factor determinante, según las experiencias empíricas, en lugar de criterios técnicos.

Ambos métodos son apropiados para un sistema de alistamiento de productos en pedidos que exceden las 10 líneas (Frazelle, 2002), como sucede con los pedidos recibidos de los centros de salud. En la línea de farmacia, los pedidos consisten en 201 a 300 líneas de productos a ser alistados, mientras que en proveeduría se manejan pedidos de 101 a 200 líneas. Además, según Che-Hung y Iuan-Yuan (1999), dado que el perfil de pedidos de ambas líneas implica muchos artículos y pocas cantidades, tanto el método de *complete order picking* como el de *split order picking* resultan pertinentes.

Por su parte la preparación por lotes o *batch picking* implica que se da el alisto de varias órdenes a la vez en el mismo recorrido de alisto.

En el caso de extra-pedidos, el alistador no maneja una única técnica de alisto. Los alistadores optan por dos opciones: se completa una orden a la vez, lo cual se puede categorizar como preparación por orden individual completa, o se alista por lotes, completando varias órdenes en el mismo recorrido. En cuanto al caso de esta línea, optar por una preparación por lotes (incluyendo cuántas órdenes alistar a la vez) u orden completa es una decisión que cada alistador de extra-pedidos toma con base a su experiencia y preferencia, es decir, no existe un método que permita identificar aquellos casos donde el *batch picking* es más beneficioso al alisto completo de una orden individual a la vez.

Además, en extra-pedidos, se identifica que cuando aplican este tipo de método de organización (*batch picking*) no se realiza correctamente dado que las órdenes de varios centros de salud no son agrupadas, es decir, se entrega al alistador varios pedidos individuales, en lugar de sintetizar la información en una sola lista de recolección que a la vez puede expresar las cantidades solicitadas por centro de salud en el caso de querer clasificar las cantidades mientras se alista (*sort-while-pick*). De esta forma, el alistador puede preparar distintos pedidos en el recorrido de una única ruta, sin embargo, la exactitud y precisión de esta acción está sujeta a errores humanos y reprocesos dado que se tiene documentación sin procesar.

Según Frazelle (2002), el método de *batch picking* es más apropiado para órdenes pequeñas que contienen entre 1 y 5 líneas de pedido. Sin embargo, en el caso de los extra-pedidos, que manejan entre 1 y 10 líneas por pedido, Che-Hung y Iuan-Yuan (1999) indica que el método aún puede considerarse pertinente siempre y cuando el pedido conste de pocos artículos y cantidades reducidas. Para verificar la idoneidad de este método, se utiliza una herramienta de simulación que se explica en el Apéndice 7.

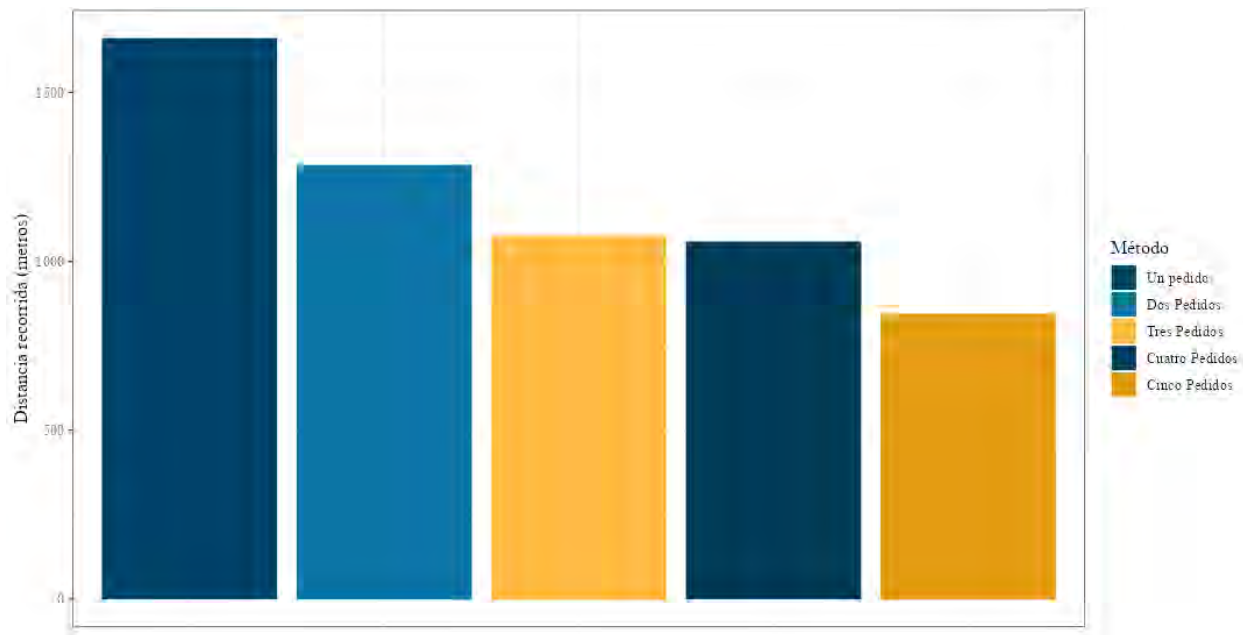
Para esta simulación, se generan de manera aleatoria 5000 extra-pedidos, que varían en la cantidad de líneas

por pedido, siguiendo el comportamiento descrito en la sección 2.4.1. El propósito de esta generación aleatoria es obtener un tamaño de muestra estadísticamente robusto, siguiendo la Ley de los Grandes Números (Olaya, Barrera, y Carpintero, 2006) y considerando la variabilidad de los pedidos (Olaya et al., 2006).

Posteriormente, se simulan los procesos de alistamiento utilizando diferentes tamaños de lote (*batch*) cada cinco pedidos, y se comparan las distancias recorridas en relación con el método de *complete order picking*. Los resultados obtenidos se pueden observar en la Figura 9.

Figura 9

Distancias recorridas para diferentes tamaños de batch



Los resultados revelan que, para pedidos de 1 a 10 líneas, a medida que aumenta el número de órdenes en un mismo lote (*batch*), la distancia total a recorrer disminuye, lo puede resultar en reducciones de hasta 600 metros. Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Saci (2023) y Che-Hung y Iuan-Yuan (1999). Por lo tanto, se puede concluir que, al manejar una mayor cantidad de pedidos en un mismo lote, se obtienen mayores beneficios al aplicar el método de *batch order picking* y por ende es pertinente su aplicación en extra-pedidos.

2.3.3.4. Asignación de personal

El manejo de personal para las labores de alisto se realiza actualmente de manera empírica. La cantidad de bodegueros asignados para el alisto de pedidos corresponden a resoluciones tomadas por los jefes de las líneas a un nivel operativo y no planificado con respecto a los volúmenes que necesita despachar el almacén.

Un ejemplo evidente es en farmacia donde existe la práctica de asignar de dos bodegueros para el mismo conjunto de documentos en un pasillo. Esta práctica se lleva a cabo con la idea de reducir los tiempos de preparación de pedidos, pero una prueba de comparación de medias, presentada en el Apéndice 6, demuestra

que no hay una reducción estadísticamente significativa de los tiempos. Por lo tanto, esta práctica resulta en una pérdida de recursos importante, dado que en este caso se reduce la cantidad de bodegueros disponibles para alistar otros pedidos sin ningún beneficio a cambio.

2.3.3.5. Asignación de equipos

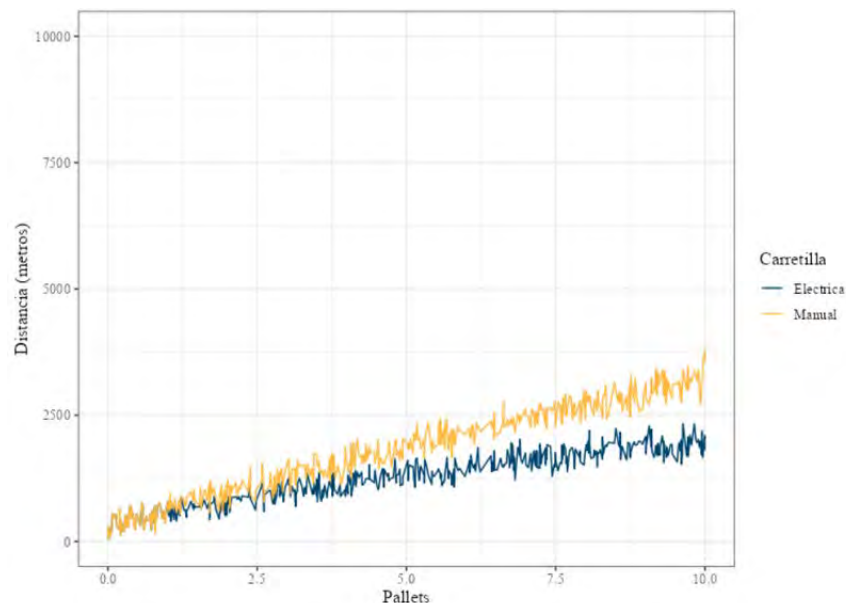
Un hallazgo destacable sobre la asignación de carretillas (eléctricas o manuales) es que esta no se establece de acuerdo con criterios técnicos o un análisis estadístico que indique cuál es el tipo de equipo óptimo a utilizar según las características del pedido a alistar.

Con el fin de poder definir el criterio de asignación de carretillas, estando este basado en las características de los pedidos, se realiza una simulación por medio de la herramienta explicada en el Apéndice 7, en la cual se generan aleatoriamente 1000 pedidos, con líneas de 100 a 300 por pedido, basados en el comportamiento de estos en las secciones de farmacia y proveeduría explicado en la sección 2.4.1. Este tamaño de muestra se define basándose en la Ley de los números grandes (Olaya et al., 2006). Para cada pedido, se simula el alisto utilizando la carretilla eléctrica y la carretilla manual. En el caso de la carretilla eléctrica, la capacidad de esta es modelada como el doble de la carretilla manual, ya que la eléctrica es capaz de transportar dos tarimas al mismo tiempo.

En primer lugar, los dos tipos de carretillas son evaluadas en torno a la distancia de transporte entre los pasillos y las zonas de despacho que el alistador debe recorrer, utilizando cada tipo. Esto es representado en la Figura 10.

Figura 10

Distancia recorrida en el alisto según el tipo de carretilla



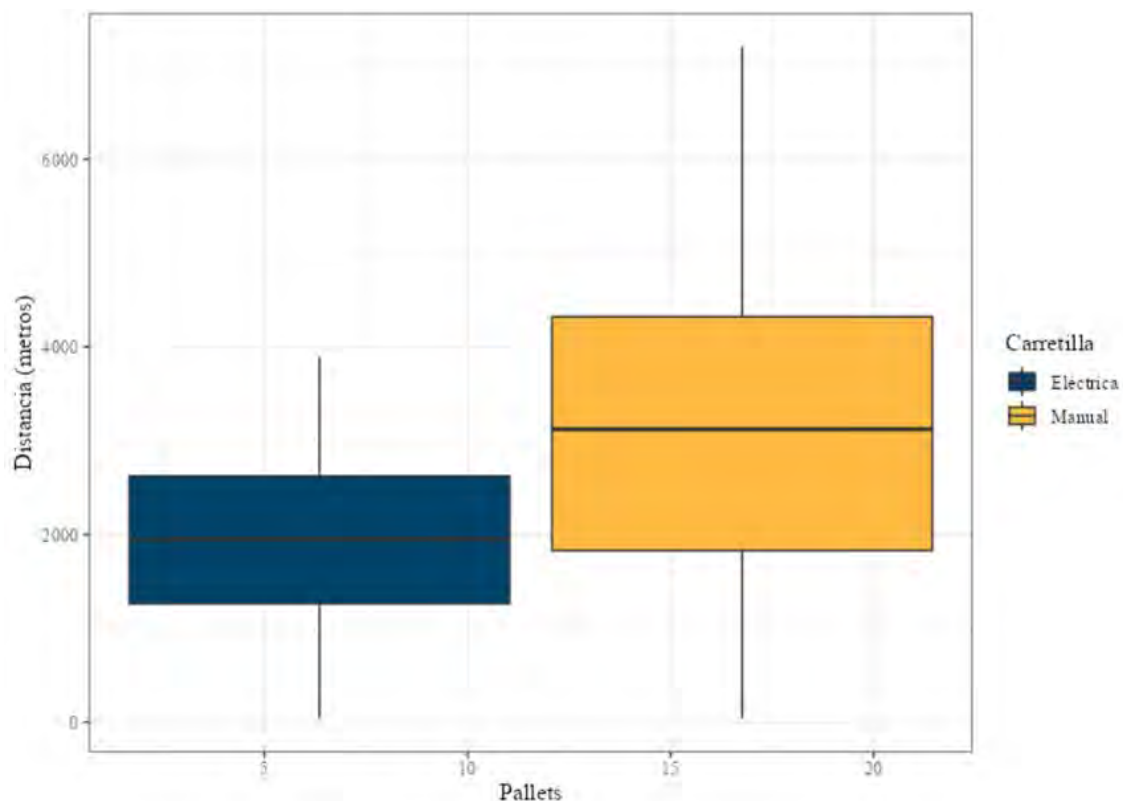
Cómo se puede observar en la Figura 10, cuando el pedido es menor a una tarima, la carretilla eléctrica no presenta ahorros en distancias sobre la carretilla manual, por lo cual, en pedidos, como los que son recibidos en la línea de extra-pedidos, cuyo volumen generalmente no es mayor a una tarima, se debe priorizar el uso

de carretillas manuales, ya que las eléctricas no proveen ahorros en este tipo de pedidos.

Por otro lado, a partir del alisto de 2 tarimas, se observa que el uso de carretilla eléctrica resulta en menores distancias recorridas sobre la carretilla manual. Esta tendencia es creciente, por lo que mientras más tarimas se deben alistar, la carretilla eléctrica es más favorable, ya que las distancias a recorrer son menores. La diferencia entre las distancias recorridas según el tipo de carretilla también se puede observar en la Figura 11, donde la mediana de los resultados obtenidos es mayor para el equipo manual en aproximadamente 1000 metros, en comparación con el equipo eléctrico.

Figura 11

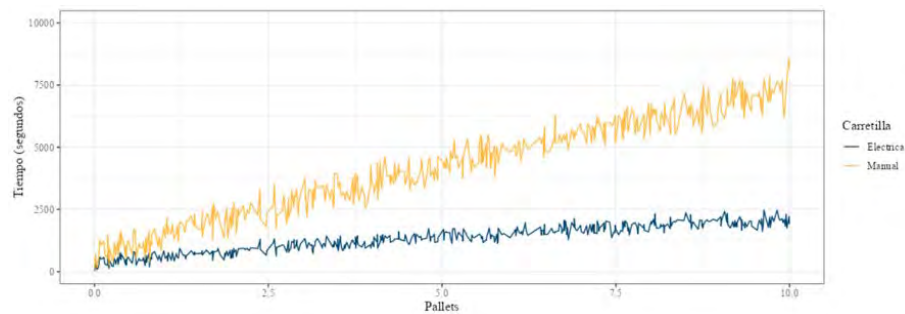
Gráfico de cajas de la distancia recorrida en el alisto según el tipo de carretilla



Más allá de la distancia, también es relevante conocer la diferencia en cuanto a tiempos de transporte que estos dos tipos de equipo presentan. Por lo tanto, utilizando la simulación explicada anteriormente, se obtienen los tiempos de transporte bajo el supuesto de velocidades constantes de 2.27 s/m y 1.06 s/m, para las carretillas manuales y eléctricas, respectivamente. Estas velocidades fueron obtenidas a partir de muestras realizadas en el sitio a los alistadores, consideradas como un dato guía de la velocidad real en el uso de estos equipos. En la Figura 12, se muestran los resultados obtenidos, al haber generado la muestra de 1000 pedidos.

Figura 12

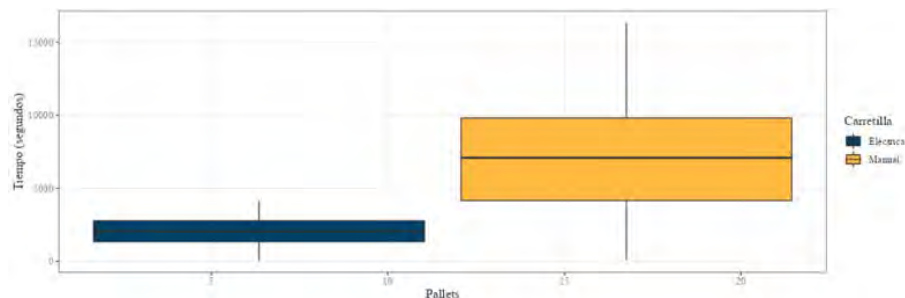
Tiempo en recorrido en el alisto según el tipo de carretilla



Similar a lo explicado anteriormente relacionado a las distancias recorridas, los tiempos de recorrido entre equipos no varían de forma considerable cuando el pedido consta de una tarima o menos. Cuando el pedido sobrepasa las dos tarimas, se observa cómo la brecha entre los tiempos recorridos se vuelve más significativa entre el equipo eléctrico y el manual, en donde este último presenta el mayor tiempo en traslados al elevarse la cantidad de tarimas a alistar. Esto también se puede ver reflejado en la Figura 13, donde se denota que la mediana de la carretilla manual es mayor que la de la eléctrica, en aproximadamente 5000s (1,37 horas).

Figura 13

Gráfico de cajas del tiempo en recorrido en el alisto según el tipo de carretilla



A partir de estos resultados, se puede concluir que la carretilla eléctrica presenta ahorros en distancia recorrida y tiempos invertidos en traslado, y estos ahorros incrementan conforme mayor sea la cantidad de tarimas en los pedidos.

2.3.3.6. Método de secuenciamiento

Ahora, retomando los métodos mencionados anteriormente, se tiene que el enrutamiento de los alistadores de pedidos de manera eficiente puede reducir entre un 17 % y un 34 % dependiendo del método seleccionado (Dukić et al., 1999). Los métodos heurísticos, como corresponden al identificado en el ALDI según la teoría (comúnmente es utilizado el método de retorno, el cual consiste en que el alistador entra a todo pasillo que contenga artículos requeridos para su pedido y sale por el mismo lado en el que ingresa) tienen la ventaja de poder proveer soluciones de ruteo cercanas a una óptima, sin embargo, también pueden resultar incompetentes. En el caso, del almacén de la CCSS en estudio, el ruteo es realizado en tiempo real por

el alistador que arma una trayectoria a seguir con base a su hoja de pedido (en la cual los códigos están ordenados numéricamente y no siempre coinciden con el orden físico de los productos en los *racks*) y su conocimiento de las localizaciones de los productos en el almacén. Lo expresado anteriormente se refleja como re-procesos en el sistema como el devolverse en su recorrido por artículos que olvidan alistar (en promedio unas 2 veces como mínimo por tarima que está siendo conformada), o retrocesos por llegar a posiciones donde el producto está desabastecido en el almacén lo que puede llegar a suceder para 15 % de los códigos visitados durante el recorrido de alisto de un pedido. Debido a esto el secuenciamiento de los productos dentro de las órdenes debe ser un método aplicado previamente, entregado al alistador.

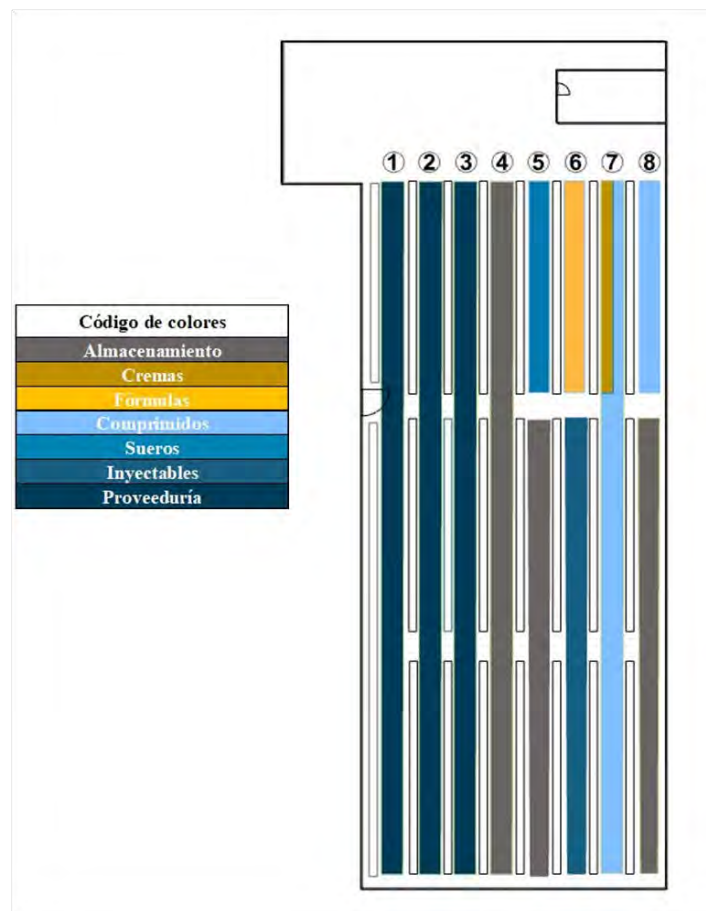
2.3.3.7. Zonificación

Según lo descrito por Gu et al. (2007), la zonificación es una decisión concerniente al proceso de almacenamiento, pero influyente en la eficiencia del proceso de alisto, ya que la manera en la que los productos están organizados alrededor del almacén afecta el tiempo y el costo total invertido para la preparación de las ordenes, así como las cargas de trabajo de los alistadores.

La administración de la bodega del ALDI actualmente utiliza una política de acomodo dedicada, ordenando los productos según sus códigos de catálogo. La configuración del almacén se puede observar en la Figura 14. Como se observa, se procura que la zonificación en los pasillos de farmacia también tome en cuenta las familias de productos, sin embargo, esto no es resultado de un estudio basado en popularidad, demanda, tamaño de los productos, peligros o algún otro factor. Esto evidencia una falencia en el sistema de alisto del ALDI ya que, para que los métodos seleccionados sean efectivos en la reducción de las distancias de desplazamiento durante la preparación de pedidos, se debe determinar el método de almacenamiento que mejor se adapte al método de enrutamiento. En el caso de proveeduría no se utiliza ningún tipo de indicador para zonificar esta área, más allá del orden por código de producto.

Figura 14

Zonificación por familias de productos de la zona de alisto



Nota: Los datos presentados en esta figura se basan en información proporcionada en una conversación personal con la jefatura del ALDI el 23 de mayo del 2022

A partir de las políticas explicadas en la sección 1.7.1, se recomienda cambiar el tipo de acomodo a uno basado en clases para la zonificación de la bodega, debido a que este ofrece flexibilidad en caso de cambios significativos en la demanda y la frecuencia del alisto. Además, su implementación es más simple, el mantenimiento del sistema es más manejable a la administración y reduce la cantidad de congestiones en comparación con el almacenamiento dedicado. Por otro lado, reduce las distancias recorridas en comparación con el almacenamiento aleatorio y, por lo tanto, el tiempo necesario en transporte entre pasillos, el cual fue identificado como una oportunidad de mejora en la sección 2.4 ya que, actualmente cada alistador invierte alrededor de dos horas de su jornada laboral para transportarse entre los pasillos.

Como fue mencionado, en el ALDI no se utiliza ningún criterio para realizar la zonificación de los productos, basado en las características y demanda de estos. Aase y Petersen (2022) recomiendan usar el criterio de popularidad, donde este hace referencia a la cantidad de veces que un artículo es solicitado por unidad de tiempo, debido a que esta es proporcional a la cantidad de visitas que realiza un alistador a la localización

de los productos, lo cual tiene una fuerte correlación con las distancias que este recorre en el alisto.

Lorenc y Lerher (2019) realizan una comparación de 10 criterios de agrupación en cinco configuraciones distintas de almacenes (variantes en el largo, ancho, área, así como la capacidad de la zona de almacenamiento. Además, distintas en cuanto al número de pasillos y la cantidad de *racks*). A partir de la comparación, se obtiene que, para la configuración del almacén tipo I (en la cual la capacidad en artículos es de 3410, tiene 10 pasillos, 20 *racks* para almacenamiento, área de 2188 metros cuadrados) usar el método ABC donde el criterio de popularidad es la frecuencia de visitas a las localizaciones de alisto brinda los resultados más favorables en cuanto a ahorro de distancias. Por tanto, se recomienda utilizar este criterio para la zonificación del ALDI, al ser la configuración de este comparable con el almacén tipo I estudiado en la investigación de Lorenc y Lerher (2019).

Por otro lado, Frazelle (2016) propone realizar el perfil de actividad de los ítems por popularidad, la cual hace referencia a la cantidad de veces que un artículo es solicitado por unidad de tiempo (Murphy, 2016), en conjunto con el criterio de peso volumétrico de los productos, debido a que este factor es determinante para el acomodo de las tarimas, afectando directamente el nivel de incidencia en devoluciones por productos de mayor peso volumétrico o la necesidad de re-estructuración de las tarimas ya formadas. La distribución de los productos en el almacén debe estar basada en que tan frecuentemente estos son visitados en la preparación de pedidos, pero tomando en cuenta sus características en volumen y peso.

A partir de esto, se recomienda a la Jefatura del ALDI realizar el análisis de ABC para la clasificación en clases, tanto para los productos de farmacia como los de proveeduría, en el cual se utilicen como criterios la popularidad, haciendo referencia a la cantidad de veces que cada ubicación es visitada en el proceso de *picking* por unidad de tiempo, así como el peso volumétrico de cada uno de ellos. Para este último criterio se debe implementar una base de datos en donde se registre el peso y las dimensiones de cada producto despachado en el almacén.

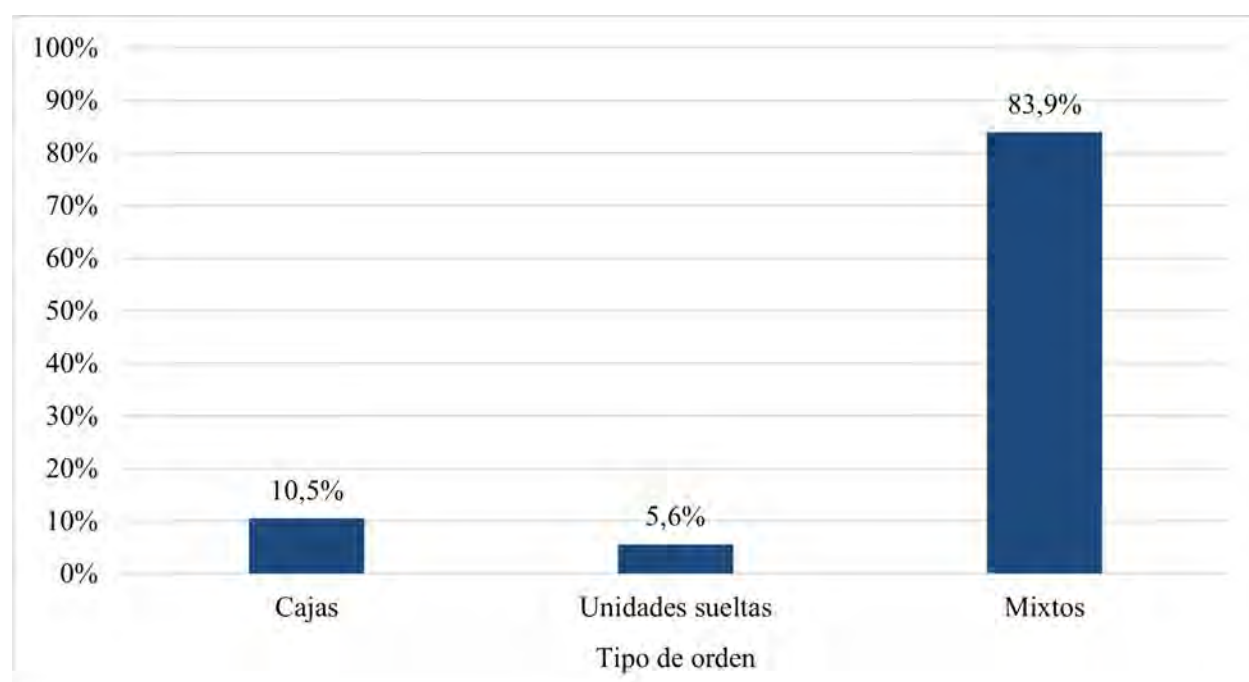
Adicionalmente, los alistadores al preparar sus pedidos asignados deben de recolectar tanto bultos (cajas completas) como artículos individuales y, en ocasiones, tarimas completas. Todos estos tipos de artículos de alisto se encuentran en los niveles de los *racks* designados para el alisto a lo largo de los ocho pasillos. Que existan diferencias de este tipo es un indicador que es recomendable establecer áreas separadas según el tipo de elementos recolectados. Por medio de un análisis de distribución de mezclas de tarimas completas o parciales y de mezclas de cajas completas o parciales, esto puede ser establecido, sin embargo, no se ha realizado un estudio similar al almacén.

Por esta razón, se realiza el perfil de actividad para las órdenes de manera que se evalúen indicios de la necesidad de áreas separadas en el almacén según el producto ya que, en las zonas de *picking* los alistadores recorren pasillos enteros donde hay tanto cajas completas como unidades sueltas para alistar, lo cual conlleva a cuestionar si es adecuado este método en términos de eficiencia para los recolectores de pedidos. En este caso se considera adecuado solamente realizar el análisis para las líneas de farmacia y proveeduría dado que son las únicas secciones en las que se divide el almacén y además despacha la mayor cantidad de producto en comparación con extra-pedidos los cuales son recolectados a través de estas mismas dos zonas. A continuación, los resultados se preguntan en la Figura 15 y Figura 16 con un perfil de distribución de las órdenes para comprender si una mayoría o porción significativa de las mismas se recolectan solamente

con cajas sueltas, unidades sueltas o tarimas completas, sin embargo, los resultados muestran que la gran mayoría (alrededor de 84 % y 99 %) de las órdenes son completadas de manera mixta.

Figura 15

Distribución de las órdenes - farmacia



Nota: Basado en datos de ALDI (2023b) Indicador de Pedido de farmacia.

Posteriormente, se procede a analizar la distribución de los pedidos tomando en cuenta la cantidad de tarimas completas despachadas de un mismo código y las tarimas conformadas con cajas sueltas. A partir de la Figura 17 y la Figura 18, se puede establecer que esta es una señal para que exista una zona separada para alisto de cajas y otra para tarimas completas en ambas líneas (farmacia y proveeduría).

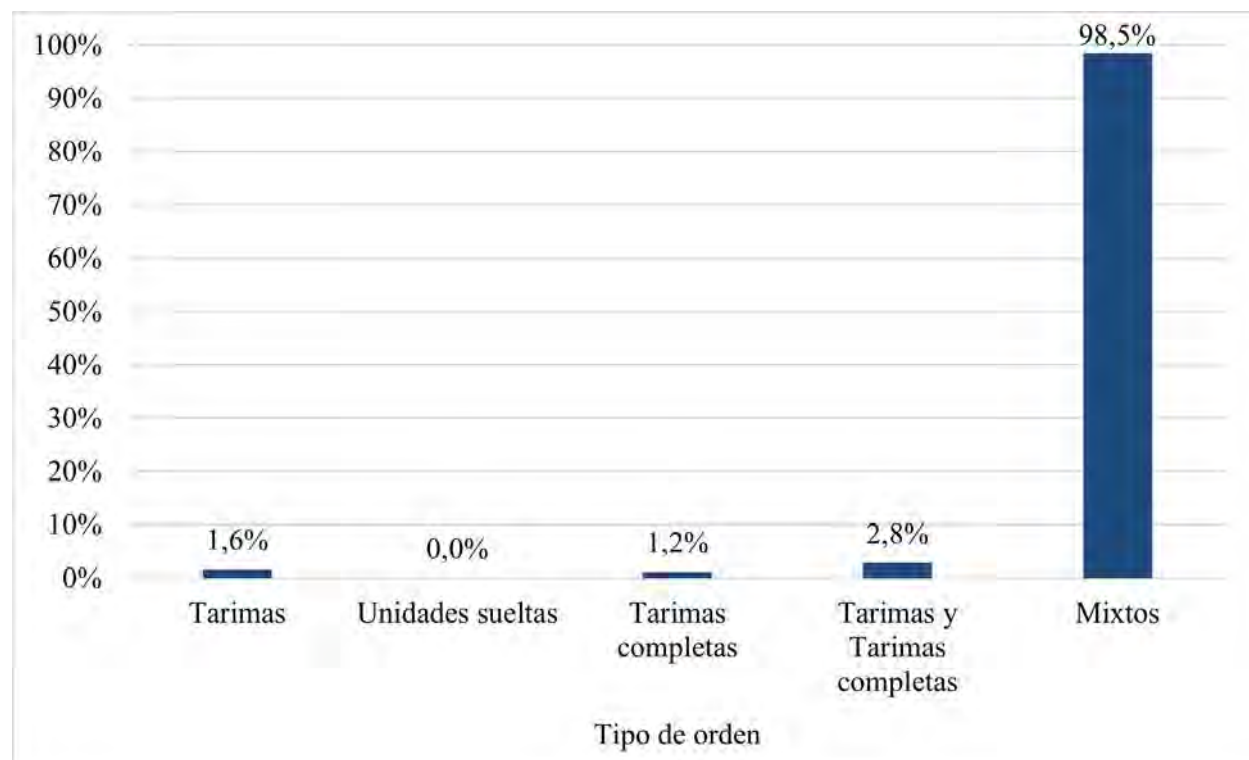
En resumen, a partir del análisis anterior se encuentra que a pesar de que existen ciertos aciertos en la estrategia operativa global del ALDI, se reconoce como no pertinente al sistema de alisto actual y debe de ser reevaluada.

2.4. Análisis de capacidad actual

En esta sección, se evaluará la efectividad del método actual utilizado para alisto y se comparará con las necesidades y requerimientos específicos del sistema de alisto deseado. Este análisis se concentrará en la segunda rama del mapa mental, tal cómo se muestra en la ilustración 1 para determinar si existen brechas o mejoras necesarias en la capacidad actual.

Figura 16

Distribución de las órdenes - proveeduría



Nota: Basado en ALDI (2023c) Indicador de Pedido de proveeduría.

2.4.1. Perfil de comportamiento de la demanda

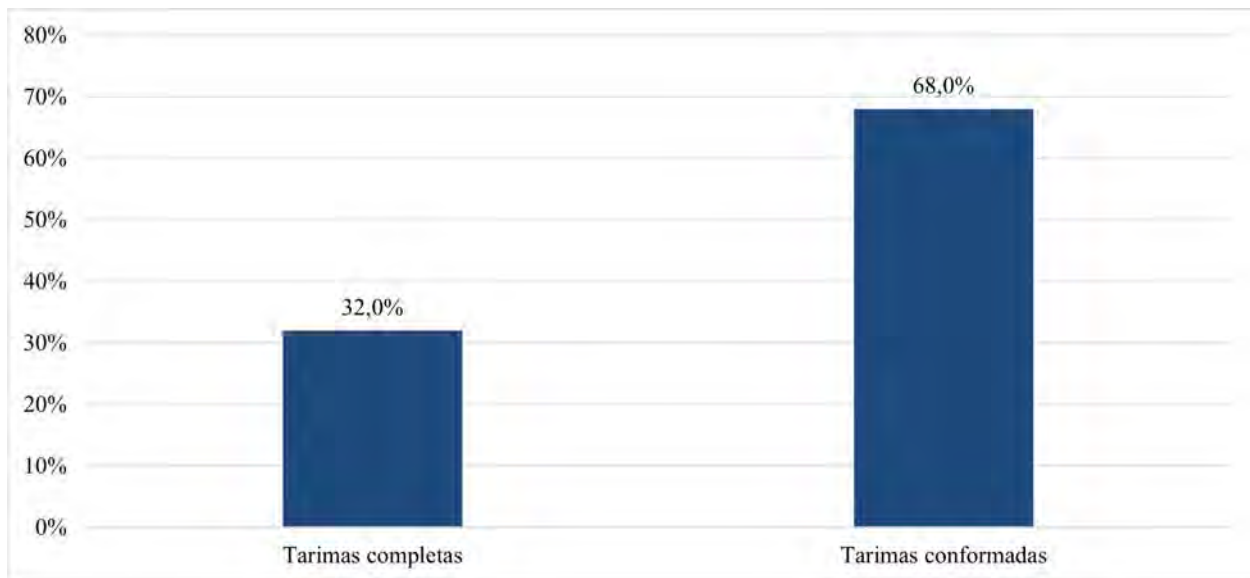
Con el objetivo de comprender cómo es que los centros médicos realizan sus pedidos de producto es necesario entender que los pedidos ordinarios se solicitan de manera mensual al ALDI, sin embargo, no todos los pedidos ordinarios de todos los centros médicos son recibidos al mismo tiempo. En lugar de ello, estos tienen asignada una semana del mes en la que pueden enviar su solicitud de pedido, según el documento “Cronograma de envío de solicitudes y entrega de pedido mensual”, en el cual se registran las fechas establecidas para el envío de solicitudes de pedido de cada uno de los centros médicos. En el caso de extra-pedidos, estos se diferencian de los pedidos ordinarios en que no existe un periodo definido en el que estos pueden ser solicitados en el mes, ya que estos se envían debido a situaciones extraordinarias que ocurren en los centros médicos como: autorizaciones especiales por gerencia, solicitud de productos que previamente no se despacharon debido a que se encontraban desabastecidos, por omisiones del centro al realizar el pedido o por producto faltante en los pedidos ordinarios por omisión del ALDI.

En la Figura 19 se muestra la tendencia en la cantidad de pedidos solicitados al ALDI en el año 2022 para las líneas de farmacia y proveeduría.

La tendencia en la cantidad de pedidos recibidos se ha mantenido estable en el último año para ambas líneas, siendo proveeduría la línea en la cual se solicitan una mayor cantidad de pedidos.

Figura 17

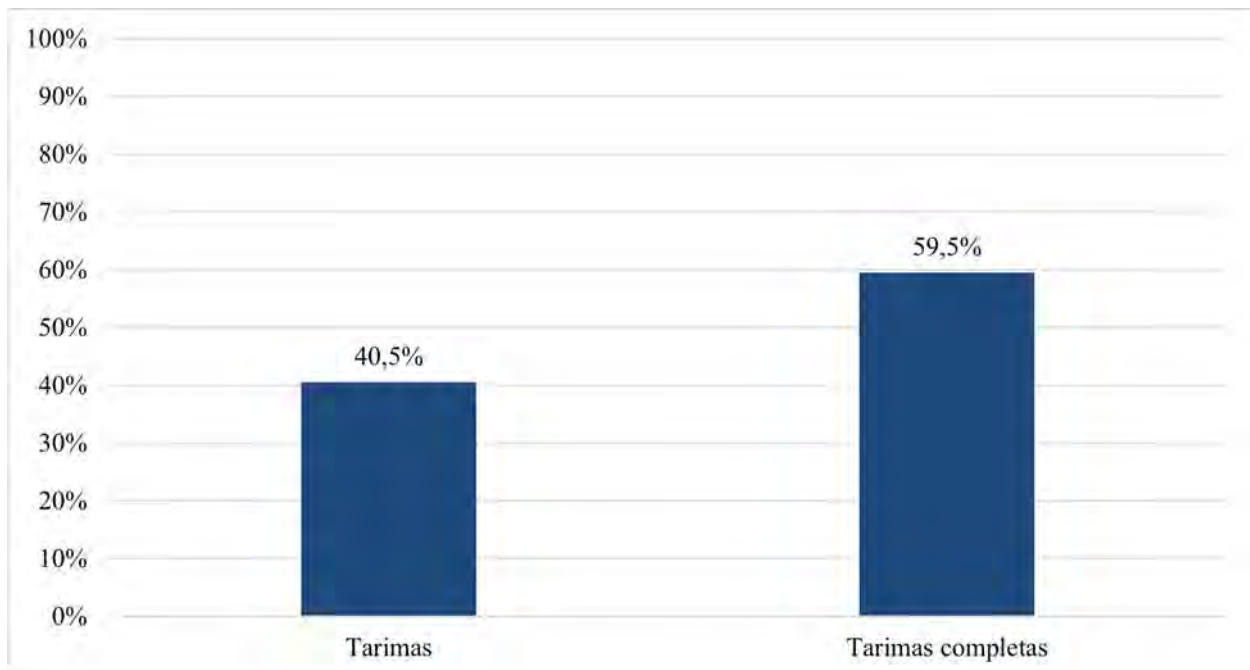
Distribución de cajas/tarimas - farmacia



Nota: Tomado de ALDI (2023b) Indicador de Pedido de farmacia.

Figura 18

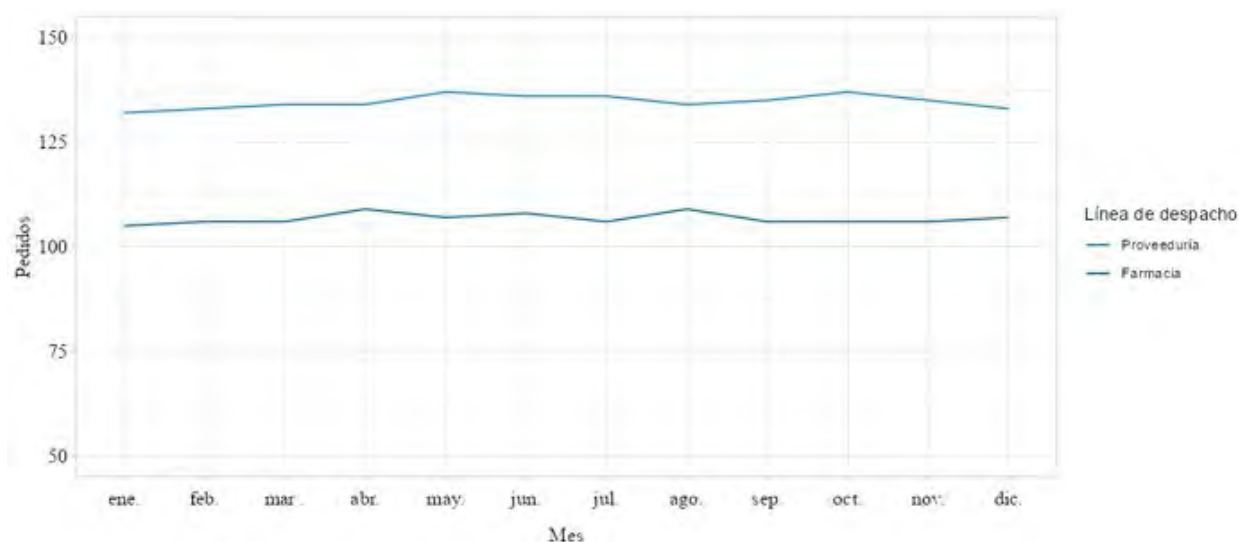
Distribución de cajas/tarimas - proveeduría



Nota: Tomado de ALDI (2023c) Indicador de Pedido de proveeduría.

Figura 19

Cantidad de pedidos solicitados por mes en farmacia y proveeduría



Nota: Basado en datos de ALDI (2023c) Indicador de Pedido de proveeduría y ALDI (2023b) Indicador de Pedido de farmacia.

En el caso de los extra-pedidos, como se menciona anteriormente, cada centro médico puede realizar más de una solicitud para esta línea al mes, por lo que, en la Figura 20, se muestran la cantidad de solicitudes de extra-pedidos recibidas en los meses de agosto, setiembre, noviembre y diciembre del año 2022. Se muestran solo estos meses debido a que la jefatura de la bodega empezó a registrar los datos de las solicitudes a esta línea de alisto a partir del mes de agosto del 2022. Por otro lado, en octubre 2022 no se registraron datos para los pedidos realizados a esta línea, por lo que se excluye este mes del análisis.

Como se puede observar en la Figura 20, hay un descenso de solicitudes en el mes de diciembre, lo cual se debe a que el registro de la información está incompleto para este mes, llegando hasta el día 14 de diciembre.

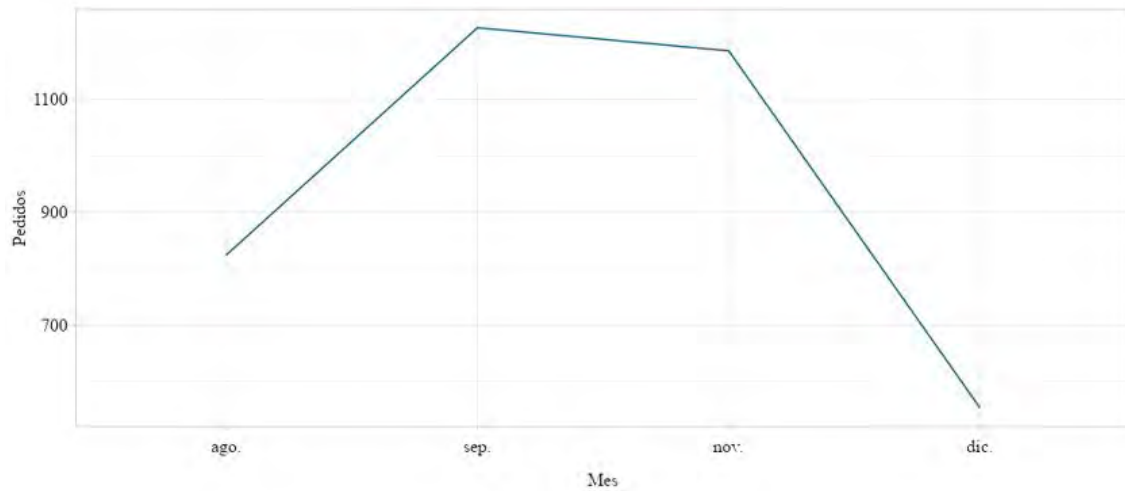
Asimismo, en la Figura 21 y la Figura 22 se muestra la tendencia en la cantidad de tarimas y cajas de varios despachadas que representan este número de pedidos alistados en las líneas de farmacia y proveeduría, respectivamente. En este gráfico se incluyen los datos recopilados por la jefatura del almacén para las líneas de proveeduría y farmacia; en el caso de extra-pedidos actualmente en el ALDI no se mantienen registros de las tarimas de producto despachadas a los centros.

Según lo mostrado en la Figura 21, se registra un ascenso en la cantidad de tarimas despachadas para el último trimestre del año 2022 para la línea de farmacia. El despacho promedio mensual es de 1 167 tarimas y 1 190 cajas de varios. En el caso de proveeduría, el promedio mensual de despachos es de 1 296 tarimas y 424 cajas de varios. Se puede observar en la Figura 22 un crecimiento en la cantidad de tarimas despachadas desde el mes de agosto 2022, pero un descenso constante desde este mes a diciembre del 2022.

En los pedidos ordinarios, las líneas de productos de la sección de farmacia y proveeduría se envían juntas, divididas en documentos, lo cual facilita su posterior asignación a los alistadores al estar fraccionada la

Figura 20

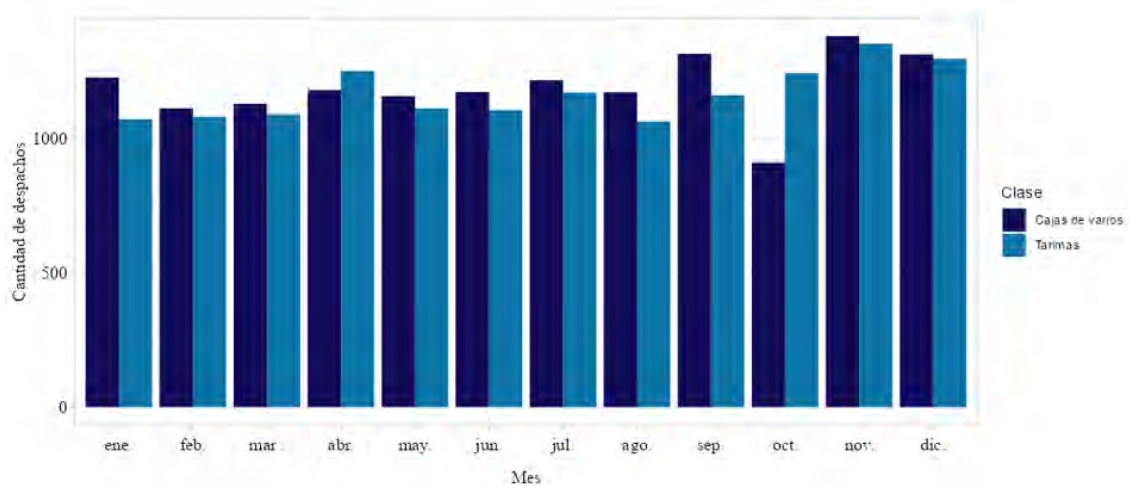
Cantidad de pedidos solicitados por mes en extra-pedidos



Nota: Basado en datos de ALDI (2023a) Indicador de Pedido de extra-pedidos.

Figura 21

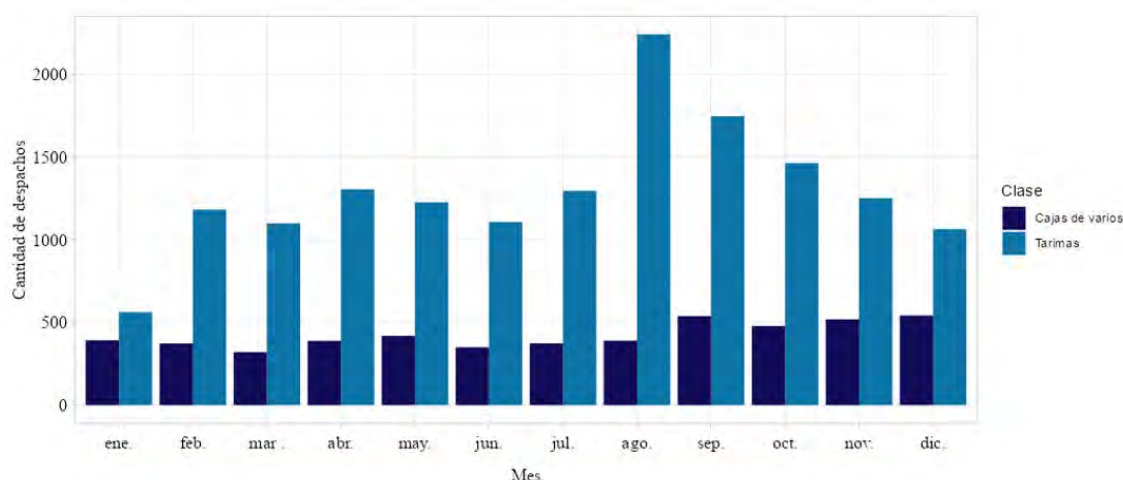
Despachos mensuales en tarimas y cajas de varios en farmacia en el año 2022



Nota: Basado en datos de ALDI (2023b) Indicador de Pedido de farmacia.

Figura 22

Despachos mensuales en tarimas y cajas de varios en proveeduría en el año 2022



Nota: Basado en datos de de ALDI (2023c) Indicador de Pedido de proveeduría.

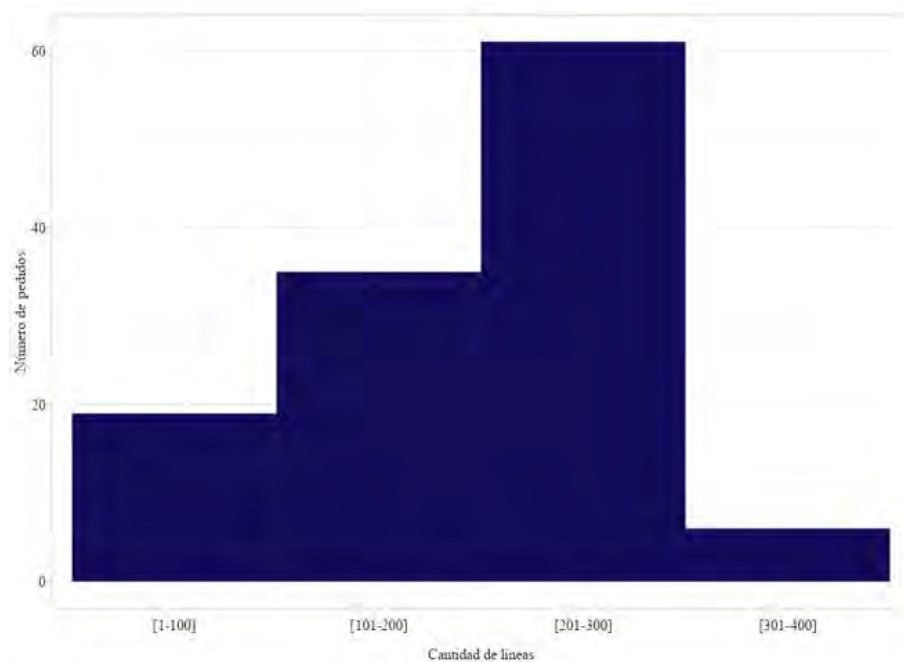
orden. Según un análisis de 121 pedidos realizados a la sección de farmacia en abril de 2022, se determinó que la mayor frecuencia de pedidos incluía entre 201 y 300 líneas, lo que ocurrió en el 50 % de los casos. Los pedidos con 101 a 200 líneas fueron la segunda frecuencia más común, ocurriendo en el 29 % de las ocasiones. La distribución de pedidos según sus cantidades de líneas se muestra en la Figura 23. En el caso de proveeduría, se analizan 59 pedidos realizados a esta línea en el mes de abril del año 2022, de lo cual se obtuvo que un 53 % de ellos contienen de 101 a 200 líneas de producto a alistar y un 29 % contienen de 1 a 100. Por lo tanto, se determina que los pedidos a proveeduría no van a sobrepasar las 200 líneas de pedido en 80 % de los casos. La distribución de los pedidos analizados según la cantidad de líneas en ellos se puede observar en la Figura 24.

En el caso de extra-pedidos, al analizar 1 697 pedidos realizados entre los meses de noviembre y diciembre a esta línea se obtuvo que 89 % de ellos contienen de 1 a 10 líneas de producto y que en su totalidad ninguno sobrepasa las 30 líneas. En la Figura 25 se puede observar la distribución de los pedidos analizados según la cantidad de líneas que estos contienen.

Como fue descrito anteriormente la solicitud de extra-pedidos se da debido a situaciones extraordinarias que ocurren en los centros médicos. Por medio del análisis de los 1 697 pedidos solicitados al ALDI entre noviembre y diciembre del 2022 es posible determinar que la razón más frecuente por la que se solicita un extra-pedido es por productos agotados (46 %, esto significa que, cuando no se pudo despachar un producto por desabastecimiento de este durante la preparación del pedido ordinario, una vez abastecido, el centro vuelve a solicitar el producto). La segunda razón más común para solicitudes son las autorizaciones especiales brindadas por gerencia, las cuales son brindadas por diferentes situaciones extraordinarias que pueden ocurrir en los centros. La distribución completa de los extra-pedidos se puede observar en la Tabla 11.

Figura 23

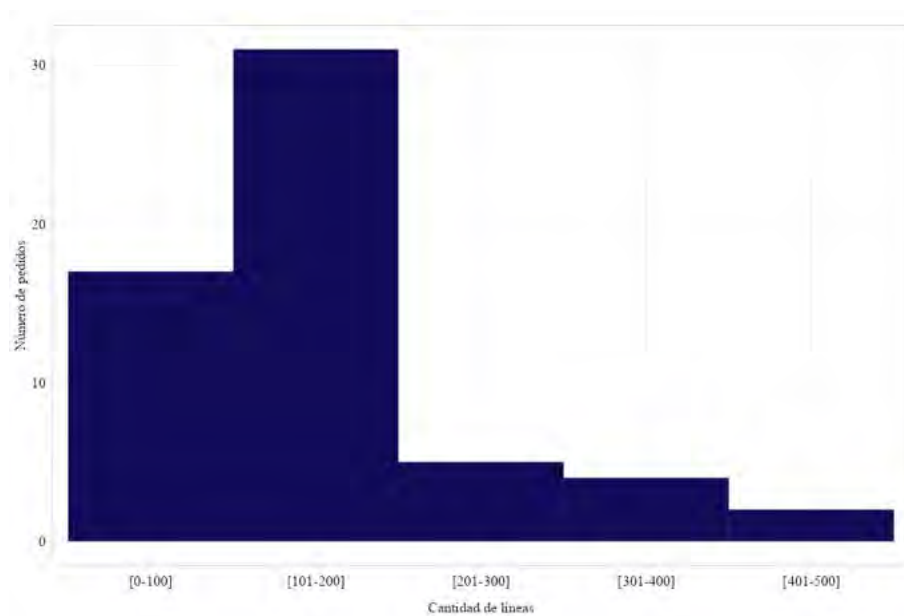
Distribución de pedidos según la cantidad de líneas por producto en farmacia



Nota: Basado en datos de en datos ALDI (2023b) Indicador de Pedido de farmacia.

Figura 24

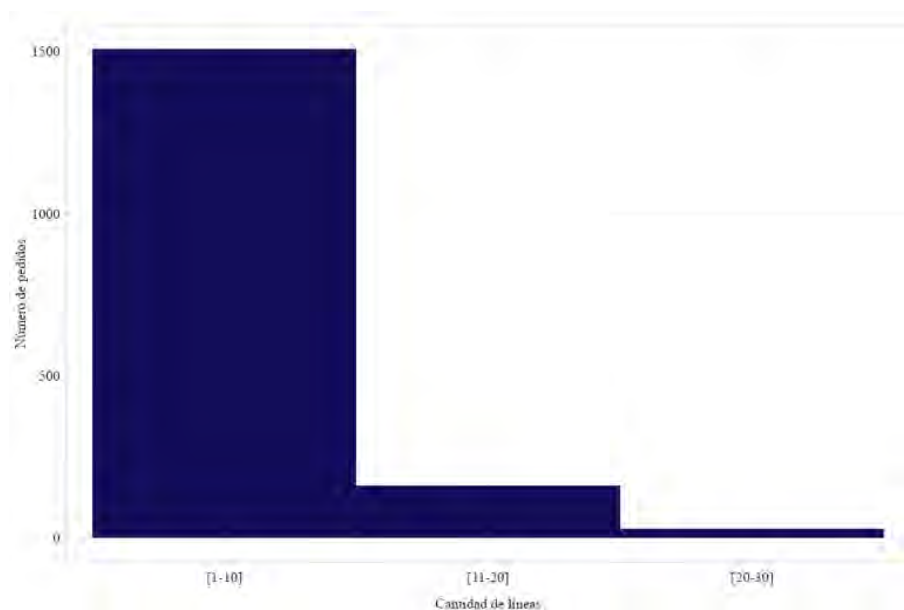
Distribución de pedidos según la cantidad de líneas por producto en proveeduría



Nota: Basado en datos de ALDI (2023c) Indicador de Pedido de proveeduría.

Figura 25

Distribución de pedidos según la cantidad de líneas por producto en extra-pedidos



Nota: Basado en datos de ALDI (2023a) Indicador de Pedido de extra-pedidos.

Tabla 11

Distribución de extra-pedidos según el tipo solicitado

Causa del extra-pedido	Porcentaje
Productos Agotados	46 %
Omisión Del Centro	6 %
Autorizado Por Gerencia	36 %
Autorizado Por Farmacoterapia	10 %
Por Pandemia	1 %
Pedido Trimestral	1 %
Autorizado Por El Almacén	0 %

Nota: Basado en datos de ALDI (2022) Indicador de memorando

Es necesario denotar que, a pesar de que los centros médicos piden cierta cantidad de producto en sus pedidos ordinarios, la cantidad despachada a ellos puede variar, debido a que el despacho al centro médico está limitado por el presupuesto que se le haya establecido a este en los distintos productos, lo cual implica que, aunque un centro de salud realice la solicitud de un pedido, la cantidad despachada a él puede ser menor si está excede sus presupuestos. Los presupuestos también aplican a los extra-pedidos, por lo que, si un centro aún no ha pedido el total de su presupuesto para un código, está en el derecho de solicitarlo por

medio de un extra-pedido, sin que se exceda de la restricción presupuestal. Los presupuestos son definidos por los centros médicos de manera anual.

Por otro lado, un dato destacable sobre cómo se solicita la demanda de los distintos productos es que esto no se realiza conforme a una unidad estándar por los centros de salud, sino que las unidades del producto varían de acuerdo con la unidad que se les haya asignado en el catálogo que maneja el ALDI. Debido a esto, las unidades en las que se piden las líneas de producto pueden ser unidades sueltas, kilogramos, litros, frascos, ampollas, entre otros, de acuerdo con lo establecido en el catálogo. Esto se maneja de la misma manera al colocar solicitudes de reabastecimiento de inventario a la Oficina de Planificación, en las oficinas centrales de la CCSS, para que esta solicite producto a los proveedores. En el sistema por medio del cual se realizan estas solicitudes se ingresa la cantidad de producto que se desea pedir para reabastecimiento de acuerdo con sus unidades de catálogo.

Además, es importante recalcar que, en varias ocasiones, debido a que las cantidades de producto que piden los centros son menores a la cantidad que vienen estos en sus empaques, es necesario enviar mayor cantidad de producto para no realizar fraccionamiento en el empaque y no arriesgarse a dañar el producto al enviarlo suelto. Un ejemplo de esta situación es cuando el centro pide 25 unidades de algún artículo, pero el empaque en el que este viene es de 30 unidades, si se envían las unidades sueltas existe el riesgo de que se dañe por lo que, para prevenir esto, el alistador decide enviar el paquete completo de 30 unidades y justifica esta acción con la condición de despacho correspondiente. El ALDI no mantiene un registro o lista de cuáles son los productos en las que esta situación se puede dar, sino que queda a criterio del alistador.

Por último, otra situación que se presenta con respecto a las unidades que maneja actualmente el ALDI es la disparidad entre cómo es recibida la mercancía por parte de los proveedores y cómo realizan los pedidos los centros, debido a que los bodegueros deben hacer conversiones manuales entre unidades de empaque y aquellas solicitadas en el pedido. Un ejemplo de esto sucede con la mercadería del pasillo siete, donde se almacenan las pastillas y cremas, ya que para estos productos las cantidades que vienen especificadas en los pedidos se deben transformar a cientos, y luego ser transformadas a la cantidad de empaques para saber qué cantidad alistar. Según entrevistas realizadas, estas situaciones pueden generar confusión en los alistadores que no tienen aún tanta experiencia, lo cual es también una causante de inconsistencias en los pedidos, esto se abordará a mayor detalle en la sección 2.5.1.

2.4.2. Muestreo del trabajo

El muestreo del trabajo es una herramienta para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de una determinada actividad (Kanawaty, 2011), lo cual resulta útil en la estimación de la utilización.

A continuación, se muestra el proceso seguido para realizar el muestreo de trabajo en las líneas de alisto estudiadas.

2.4.2.1. *Formulación del estudio*

Como primer paso para la realización del estudio se clasifican las actividades realizadas por los alistadores como productivas (P), improproductivas evitables (IE) o improproductivas inevitables (II). Posteriormente, se realiza el premuestreo de 30 muestras, con el objetivo de obtener el tamaño de muestras para completar el

estudio. A partir de las observaciones obtenidas en el muestreo, se procede a calcular las proporciones de trabajo productivo e improductivo para los alistadores de cada una de las líneas.

2.4.2.2. Clasificación de las actividades de los alistadores

Según las visitas realizadas al proceso de alisto, se clasifican las observaciones posibles para las líneas estudiadas como se muestra en el Apéndice 4.

2.4.2.3. Premuestreo

Se realiza el premuestreo de 30 observaciones para los alistadores de cada una de las tres líneas, con el fin de determinar el tamaño de muestra para el desarrollo del muestreo. El tamaño de muestra se determina por medio de la siguiente Ecuación 1:

$$N = \frac{Z^2 * p(1 - p)}{e^2} \quad (1)$$

Donde:

- a. N : Cantidad de muestras a tomar en el muestreo.
- b. Z : Valor de la distribución normal, equivalente al nivel de confianza. Se utiliza un nivel de confianza del 95 %.
- c. p : Proporción de observaciones productivas e improductivas inevitables.
- d. e: Nivel de error.

Los resultados obtenidos en el premuestreo se observan en la Tabla 12. A partir de esto se determina que los alistadores de farmacia son los que presentan una mayor proporción de tiempo invertido en tareas consideradas como productivas. Por otro lado, los alistadores de proveeduría son los que presentan una mayor proporción de tiempo improductivo, donde destaca el improductivo inevitable, con 14 observaciones. Aproximadamente 78 % de este tipo de observaciones se deben a que el operador se encontraba transportando la carretilla con producto a través de los pasillos, lo cual concuerda con lo analizado en el proceso de alisto y en el secuenciamiento realizado actualmente, donde se identifica que los alistadores de proveeduría se deben movilizar a todos los pasillos de esta línea para la conformación de un pedido, por lo cual se invierte una mayor cantidad de tiempo en movilización para encontrar los códigos a alistar. Por otro lado, los alistadores de extra-pedidos presentan una mayor proporción de tiempo improductivo, destacando el tiempo improductivo inevitable.

Tabla 12

Determinación de tamaños de muestra para muestreo de trabajo

Muestra	N	p	Z $\alpha = 5\%$	I	Productivo	Improductivo evitable	Improductivo inevitable
Alistadores de extra-pedidos	138	90,0 %	1,96	5	43,3 %	10,0 %	46,7 %
Alistadores de farmacia	213	83,3 %	1,96	5	73,3 %	16,7 %	10,0 %
Alistadores de proveeduría	246	80,0 %	1,96	5	33,3 %	20,0 %	46,7 %

Por último, a partir de las observaciones obtenidas en el premuestreo, se determina que la muestra a obtener en la etapa de muestreo es de 246 observaciones.

2.4.2.4. Muestreo

Se utiliza un muestreo aleatorio sistemático, donde la primera observación se toma en un momento aleatorio del día, seguida por observaciones cada 15 minutos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13

Resultados del muestreo del trabajo de alistadores

Alistador	Muestra	Productivo		Improductivo evitable		Improductivo inevitable	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Alistadores de Extra-pedidos	131	40	30,5 %	53	40,5 %	38	29,0 %
Alistadores de Farmacia	207	126	60,9 %	31	15,0 %	50	24,2 %
Alistadores de Proveeduría	214	115	53,7 %	36	16,8 %	63	29,4 %

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 13 y la distribución de tareas representada en la Figura 26 , se puede observar que farmacia es la línea que presenta una mayor proporción de tiempo productivo siendo esta de 60,87 %. Esto representa 4,26 horas de la jornada laboral de cada uno de los alistadores. Dentro del porcentaje de tiempo productivo se encuentra la tarea de alisto de producto, la cual es en la que los alistadores invierten una mayor proporción de tiempo, con un 34,27 % (incluyendo alisto de producto en la tarima y alisto de producto en cajas de varios) del total de observaciones. Esto significa que, dentro de las 4,26 horas de tiempo productivo, 2,40 de estas se utilizan para el alisto de producto, es decir, recoger productos de sus posiciones y colocarlos en la tarima.

Por otro lado, según lo que se puede observar en la Figura 26, la segunda tarea mayoritariamente ejecutada por los alistadores de farmacia es el transporte de tarimas (17,39 %), la cual se considera como una tarea de carácter improductiva inevitable. Según los resultados obtenidos, los alistadores de esta línea invierten aproximadamente 1,21 horas en transportes a través del pasillo asignado.

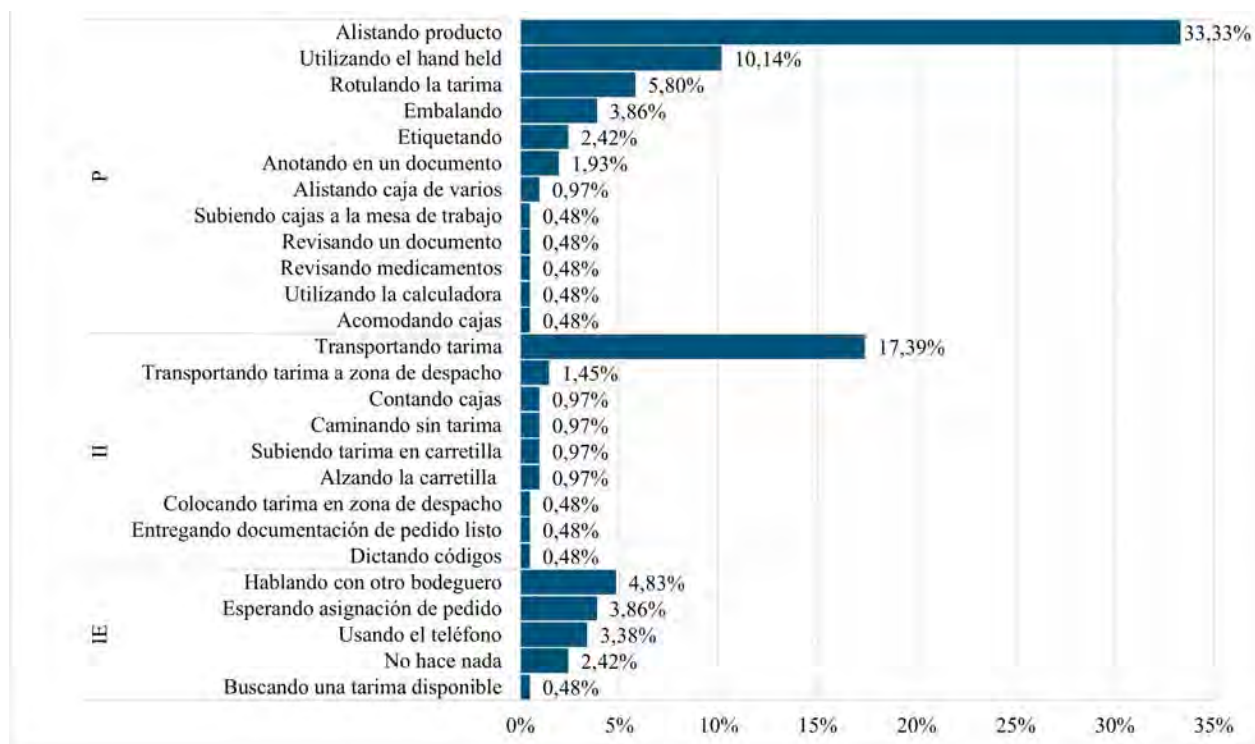
La fracción de tiempo improductivo evitable en esta línea es de 14,98 %, lo cual representa aproximadamente una hora de la jornada laboral de cada uno de los bodegueros e incluye observaciones como hablar con otros bodegueros y esperar asignación de pedidos como las de mayor ocurrencia (4,83 % y 3,86 % respectivamente). Cabe destacar que es la línea que cuenta con la menor fracción de tiempo improductivo evitable de las tres analizadas.

Con respecto a los alistadores de proveeduría, cómo se observa en la Figura 27, estos invierten la mayor proporción de su jornada laboral en tareas de carácter productivo (53,74 %), dentro de las cuales se encuentra el alisto de producto como la tarea más realizada por los alistadores de esta línea (26,64 %) considerando todas las observaciones registradas para la misma. En términos de tiempo, los alistadores de proveeduría utilizan 1,86 horas meramente en el alisto de producto en las tarimas y 1,89 horas en otras tareas productivas para el proceso de alisto.

Por otro lado, el transporte representa la tarea con mayor proporción de tiempo invertido después del alisto de producto en la línea de proveeduría, constituyendo un 21,97 % para estos alistadores (totalizando los transportes con y sin tarima). Esto equivale a aproximadamente a 1,53 horas de cada uno de los alistadores.

Figura 26

Distribución de tareas para línea de farmacia



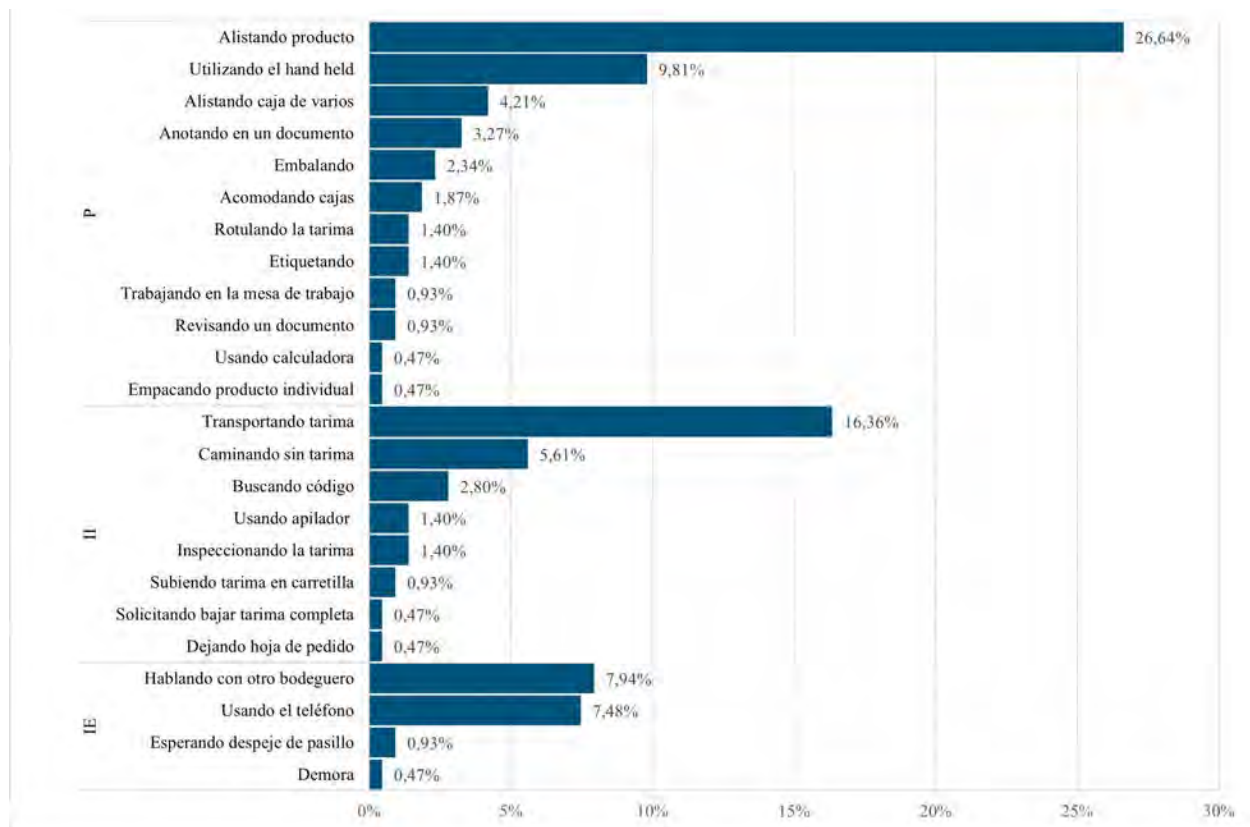
La proporción de tiempos de transporte más la correspondiente a otras tareas improductivas inevitables realizadas en esta línea como la búsqueda de códigos, la inspección de las tarimas, entre otras, la convierten en la línea con mayor proporción de tiempo improductivo inevitable (29,44 %, alrededor de 2 horas de la jornada laboral por alistador). Esto concuerda con lo analizado en la caracterización del alisto donde se identificó que los alistadores de proveeduría se deben movilizar entre los tres pasillos de esta línea para la conformación de un pedido, por lo cual se invierte una mayor cantidad de tiempo en movilización para encontrar los códigos a alistar con respecto a farmacia, cuyos alistadores solo se deben movilizar entre las secciones de pasillos asignadas a ellos.

En cuanto al tiempo improductivo evitable en los alistadores de proveeduría, este es de aproximadamente 1,18 horas (16,82 % de las observaciones totales), en el cual destacan las observaciones de uso del teléfono y hablar con otros bodegueros deteniendo las labores de alisto.

Por último, en el caso de la línea de extra-pedidos, las proporciones de tiempos invertidas en las distintas tareas se pueden observar en la Figura 28. En esta línea, la proporción de tiempo improductivo evitable asciende a 40,77 %, lo cual significa que alrededor de 2,85 horas de los alistadores son utilizadas en tareas que no agregan valor al proceso de alisto. Este porcentaje es superior en más de 20 % a la fracción evitable de farmacia y proveeduría e incluye la tarea de espera de asignación de pedido, la cual es la más frecuente entre todas las observaciones de esta línea, con una proporción de ocurrencia de 26,15 %, o sea los alistadores de extra-pedidos invierten alrededor de 1,83 horas en la jornada laboral esperando que se les asigne un pedido.

Figura 27

Distribución de tareas para línea de proveeduría



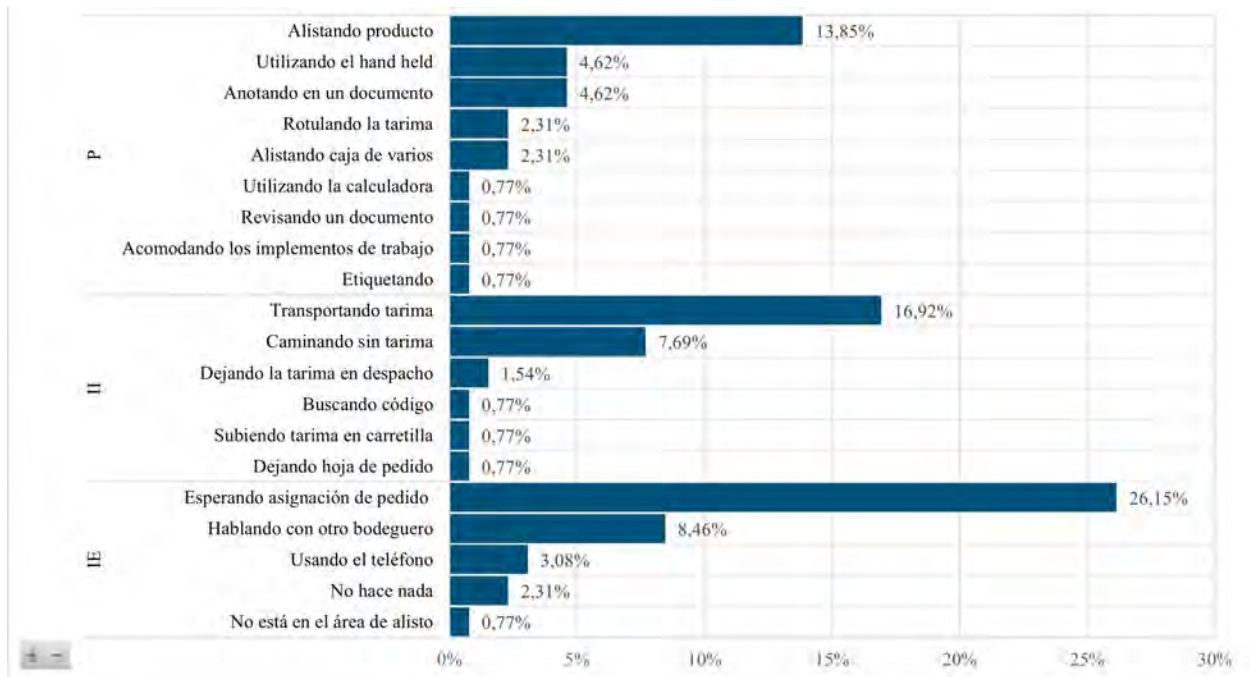
La segunda tarea de mayor ocurrencia en esta línea es el transporte en los pasillos (con y sin tarima), lo cual sucede en 24,61 % de las observaciones (alrededor de 1,72 horas por jornada laboral). Esto se debe a que, como en el caso de proveeduría, los alistadores se deben desplazar entre los diferentes pasillos para buscar los códigos y conformar el pedido, lo cual es clasificado como una actividad improductiva, pero inevitable con el sistema de secuenciamiento actual, en el cual los alistadores deben ir a buscar los productos de tal forma que se mantenga la integridad de las tarimas, pero de acuerdo con sus propios criterios. Tomando en cuenta las demás tareas de carácter inevitable observadas en esta línea, el tiempo productivo inevitable asciende a alrededor de dos horas por turno de trabajo para cada alistador.

A consecuencia de la cantidad de tiempo inevitable invertido por los alistadores de extra-pedidos, esta línea es la que presenta una menor proporción de tiempo productivo (30,77 %) entre las líneas estudiadas. Esto significa que en extra-pedidos se invierten solamente dos horas en labores productivas para el proceso de alisto y menos de una hora (13,85 % del tiempo total por jornada) en el alisto directamente de las posiciones de producto a las tarimas.

Como fue demostrado en la sección 2.3.1.5, cierta proporción de tiempo invertido en el transporte de los alistadores de las distintas líneas, entre los pasillos del almacén se debe considerar de carácter evitable, esto debido a que muchos de estos transportes constituyen reprocesos realizados a falta de una estrategia de secuenciamiento estandarizada, por lo que existe la posibilidad de reducir la proporción de tiempo utilizada

Figura 28

Distribución de tareas para línea de extra-pedidos



en transportes y utilizarla en tareas productivas para el proceso. En el caso particular de extra-pedidos, también se determina la necesidad de implementar como tipo de alisto el *batch picking* en la sección 2.3, por lo que con esta implementación es posible la reducción de los tiempos de transporte en esta línea, la cual es la que invierte el mayor tiempo en esta tarea, entre las líneas estudiadas.

Debido a la limitación de tiempo para la realización del presente muestreo se obtuvo una menor cantidad de muestras que las determinadas necesarias en el premuestreo. Por lo tanto, a continuación se presenta la Ecuación 2 el cálculo correspondiente al error de estimación con las muestras obtenidas:

$$e = \frac{Z * \sqrt{p(1 - p)}}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Donde:

- e : Error de estimación.
- Z : Valor de la distribución normal, equivalente al nivel de confianza. Se utiliza un nivel de confianza del 95 %.
- p : Proporción de observaciones productivas e improductivas inevitables.
- n: Cantidad de muestras tomadas en el muestreo

A partir de esta ecuación, se obtiene los siguientes errores de estimación para cada una de las líneas presentados en la Tabla 14:

Tabla 14*Error de estimación del muestreo*

Alistador	Z	Muestra tomada	Error de estimación
Alistadores de extra-pedidos	1,96	131	8 %
Alistadores de farmacia	1,96	207	5 %
Alistadores de proveeduría	1,96	214	5 %

2.4.3. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, y tiene el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida (Kanawaty, 2011).

A continuación, se muestra el proceso seguido para realizar el estudio de tiempos.

2.4.4. Formulación del estudio

En primer lugar, se delimita el área de estudio. Seguidamente, se realiza un premuestreo de 30 observaciones para determinar un tamaño de muestra aceptable y completarse. Por último, se añaden las valoraciones y suplementos necesarios para determinar el tiempo estándar de la tarea.

2.4.4.1. Delimitación

Debido a limitaciones de tiempo, se ha decidido reducir el área de estudio a una actividad específica y una zona del centro de distribución. En concreto, se ha seleccionado la tarea de extracción y acomodo de producto en la tarima (tarea 21 en la Figura 4) y la zona de farmacia, específicamente el pasillo 7, el cual contiene los productos conocidos como comprimidos (blísteres de pastillas y cremas).

Se ha elegido la tarea de extracción y acomodo de productos en la tarima debido a que ocupa la mayor parte del tiempo de los alistadores (un 43,09 % según el muestreo de trabajo), y es la única tarea que varía tanto en función de la cantidad de pedidos como de la cantidad de productos que componen estos.

En cuanto a la zona de productos de farmacia, en especial comprimidos, se ha elegido debido a que presentan la mayor homogeneidad en cuanto a empaques y, al analizarlos, se observó que tenían un tiempo de manejo homogéneo, como se muestra en la Figura 29.

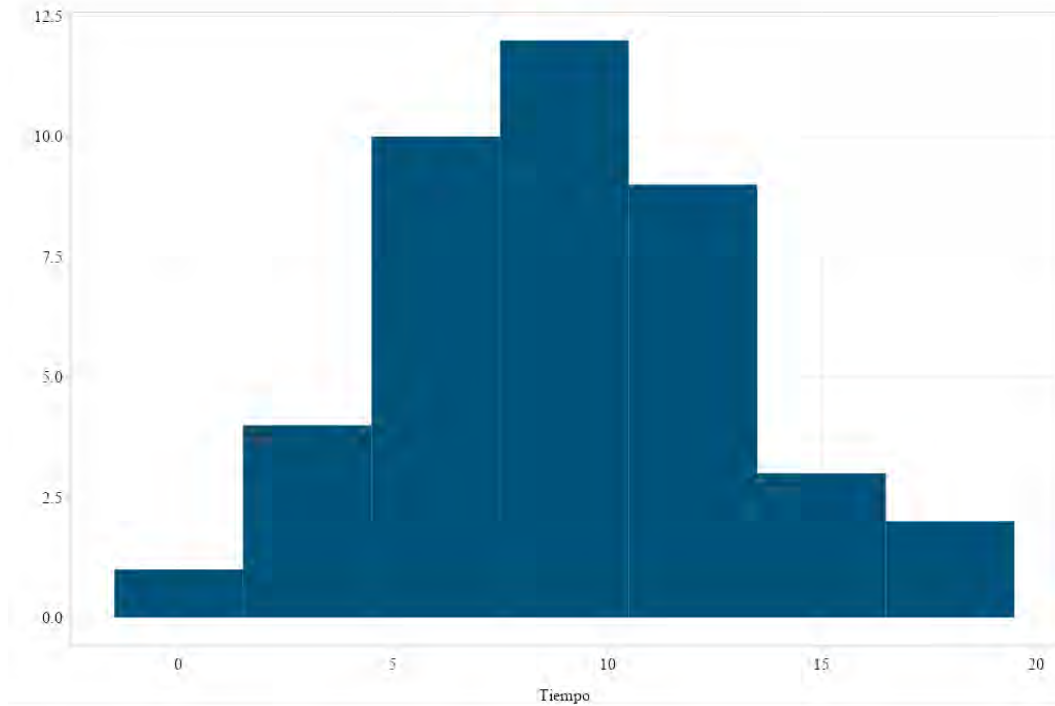
Como se puede ver en la Figura 29, la distribución de los tiempos de extracción y acomodo de cajas tiene un comportamiento normal. Para demostrarlo, se ha aplica la prueba estadística de Shapiro-Wilk, que mide la probabilidad de que un conjunto de datos se comporte de forma normal. El resultado de la prueba ha sido un valor P de 0,1308, por lo que, para un α de 0,05, no hay evidencia de que la población no siga una distribución normal, lo cual significa que los bultos de los distintos productos en este pasillo se pueden considerar homogéneos.

2.4.4.2. Premuestreo

Se realiza el premuestreo de 30 observaciones para los alistadores con el fin de determinar el tamaño de

Figura 29

Distribución del tiempo de la tarea de la tarea de extracción y acomodo de productos en la tarima



muestra para el desarrollo del muestreo. El tamaño de muestra se determina por medio de la Ecuación 3.

$$n = \left(\frac{t * s}{e} \right)^2 \quad (3)$$

Donde:

- a. e : Error de estimación en segundos.
- b. t : Valor de la distribución t de *student*, equivalente al nivel de confianza.
- c. s : Estimador de la desviación estándar.
- d. n: Número de observaciones.

A partir del premuestreo se realiza el cálculo para la determinación de los tamaños de muestra. Se determina que el tamaño de muestra para garantizar un error de 1,4 segundos (aceptados por la organización) corresponde a 42 observaciones. De esta manera, se procede a completar la muestra.

2.4.4.3. Valorización

Para la realización de la valoración del ritmo se definió un operario calificado como punto de referencia para evaluar el desempeño de la tarea. El resto de las observaciones son evaluadas en función a su cercanía al ritmo de este operario calificado.

Se asignaron las valoraciones en un intervalo de 50 % a 130 % donde 100 % corresponde al ritmo del operario calificado. Es importante notar el rango que existe en las valoraciones se asocia a una falta de estandarización de los métodos de trabajo que incide en el rendimiento que se observa.

2.4.4.4. Suplementos

Los suplementos son un factor que permite compensar la fatiga, el descanso, así como necesidades contingencias que se puedan dar durante la ejecución de una tarea (Kanawaty, 2011). En la Tabla 15 se muestran los suplementos propuestos tomando como base las holguras básicas recomendadas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) con respecto a suplementos laborales y se agregan a los tiempos valorizados. Esto valores corresponden a un 12 % del tiempo de cada observación.

Tabla 15
Suplementos propuestos

Suplemento	Porcentaje del suplemento (%)
Por contingencias	5
Por fatiga	4
Por uso de fuerza	1
Por trabajar de pie	2
Total	12

2.4.4.5. Determinación del tiempo estándar

Primero se toman los tiempos observados y se multiplican por la valoración correspondiente de esa observación para obtener el tiempo normal, tal como se muestra en la Ecuación 4:

$$T_n = T_o * Valorización \quad (4)$$

Donde:

- a. T_n : Tiempo normal.
- b. T_o : Tiempo observado.
- c. Valorización : Porcentaje de valorización de la observación en cuestión.

Por último, mediante la Ecuación 5 se obtienen los tiempos estándar de la tarea, a los cuales se les calcula los intervalos de confianza correspondientes.

$$T_E = T_n * (1 + Suplementos) \quad (5)$$

Donde:

- a. T_E : Tiempo estándar.
- b. Suplementos: Porcentaje de suplementos propuestos.

A partir de lo anterior, se presentan los resultados del cálculo de tiempo estándar en la Tabla 16.

Tabla 16

Resultados del cálculo de tiempo estándar

Promedio (s)	Desviación estándar (s)	Límite superior (s)	Límite inferior (s)
11,3	0,75	11,5	11,0

2.4.5. Análisis de capacidad

Como fue mencionado anteriormente, por cuestiones de alcance del proyecto, no se realiza el análisis de capacidad para todo el almacén, sino que se enfoca el análisis al pasillo 7 del ALDI, el cual contiene los productos comprimidos.

Para el cálculo de la capacidad actual del proceso en este pasillo, en primer lugar, es necesario conocer la demanda que se debe abastecer. Según datos brindados por la Oficina de Planificación del ALDI, en el pasillo de comprimidos se despachan, en promedio, alrededor de 30 914 cajas de producto al mes para los distintos centros médicos del país. Considerando que por mes hay alrededor de 22 días laborales y que en cada uno de estos días solo se labora un turno de trabajo de 8 horas por alistador se obtiene la cantidad de bultos a alistar por turno de trabajo (B_{Turno}).

$$\begin{aligned}
 B_{Turno} &= \frac{\text{Bultos}}{\text{Turnos}} \\
 B_{Turno} &= \frac{30914 \text{ bultos}}{22 \text{ turnos}} \\
 B_{Turno} &= 1406 \frac{\text{bultos}}{\text{turno}}
 \end{aligned} \tag{6}$$

Como se determina en la sección 2.4.3, en cada una de estas cajas o bultos se deben invertir alrededor de 11,28 segundos para su extracción y acomodo desde la posición del producto en el *rack* hasta su colocación en la tarima. Por lo tanto, el tiempo total a invertir solo en esta tarea se determina de la siguiente manera:

$$T_{E/A} = B_{Turno} * T_{Bulto} \tag{7}$$

Donde:

- a. $T_{E/A}$: Tiempo total necesario para la extracción y acomodo de bultos en tarimas en el turno de trabajo.
- b. B_{Turno} : Cantidad de bultos a alistar por turno de trabajo.
- c. T_{Bulto} : Tiempo estándar para la tarea de extracción y acomodo por bulto.

Por lo tanto, el tiempo total necesario para la extracción y acomodo de bultos en tarimas en la jornada laboral es:

$$T_{E/A} = 1406 \frac{\text{bultos}}{\text{turno}} * 11,28 \frac{s}{\text{bulto}}$$

$$T_{E/A} = 15850 \frac{s}{\text{turno}}$$

$$T_{E/A} = 4,40 \frac{\text{hrs}}{\text{turno}}$$

Al obtener la cantidad de tiempo necesario para la extracción y el acomodo en tarimas de la demanda a despachar, también es necesario determinar el tiempo que se invierte por alistador en las labores de alisto. Considerando que la jornada laboral por alistador es de 8 horas, pero se brinda una hora para almuerzos y descansos, se obtiene que el tiempo efectivo de trabajo es de 7 horas para cada uno de los alistadores. Por lo tanto, tomando en cuenta lo visto en la sección 2.4.3, cada alistador de la línea de farmacia invierte 60,87 % de su tiempo efectivo de trabajo en tareas productivas para el proceso. Sin embargo, dentro de este tiempo solo el 34,30 % es utilizado exclusivamente para la tarea de alisto, el cual representa 2,40 horas de la jornada por bodeguero. Al obtener esta información, es posible calcular la cantidad de bodegueros que son necesarios para el alisto de la demanda del pasillo, como se muestra a continuación:

$$A = T_{E/A} / T_{\text{Disponible}} \quad (8)$$

Donde:

- A: Cantidad de alistadores necesarios en el proceso.
- $T_{E/A}$: Tiempo total necesario para la extracción y acomodo de bultos en tarimas en el turno de trabajo.
- $T_{\text{Disponible}}$: Tiempo disponible en la jornada para realizar la tarea de alisto de producto.

A partir de esta ecuación, se obtiene lo siguiente:

$$A = \frac{4,40 \frac{\text{hrs}}{\text{turno}}}{2,40 \frac{\text{hrs}}{\text{turno} * \text{alistador}}}$$

$$A = 1,89 \approx 2$$

Considerando que el error de muestreo para la tarea de extracción y acomodo de bultos es de 15 %, según lo visto en el muestreo de tiempos, el tiempo de esta tarea asciende a 12,97 segundos por bulto, por lo que utilizando la ecuación 7, se obtiene que el tiempo total a invertir en el alisto de los bultos en tarimas es de 5,06 horas. Con el fin de estimar también la cantidad de alistadores que se necesitarían considerando el error de muestreo, se utiliza la ecuación 8, de la que se obtiene lo siguiente:

$$A = \frac{5,06 \frac{\text{hrs}}{\text{turno}}}{2,40 \frac{\text{hrs}}{\text{turno} * \text{alistador}}}$$

$$A = 2,17 \approx 3$$

Por lo tanto, se obtiene que en este pasillo son necesarios de dos a tres alistadores para cumplir con el alisto de la demanda de bultos diarios. Actualmente, 6 alistadores se encargan de estas labores, por lo que se comprueba que, al reducir la mano de obra entre un 50 % a 66 % de la que se tiene actualmente, se puede cumplir con los requerimientos de demanda. Estos resultados también permiten identificar oportunidades de mejora en cuanto a la proporción de tiempo que se invierte en las diferentes tareas. La primera de ellas es la proporción que actualmente los alistadores invierten en tareas improductivas inevitables, la cual es de 1,05 horas por alistador, es decir, 6,3 horas al día (casi una jornada de un alistador), las cuales pueden ser utilizadas en tareas de carácter productivo para el alisto o para otros procesos.

Además, existen tareas improductivas que por la configuración actual del proceso se vuelven inevitables, pero pueden ser reducidas o eliminadas para brindar tiempo a tareas con mayor valor para el proceso. Una de ellas es el transporte entre pasillos, el cual según lo demostrado en la sección de secuenciamiento, posee reprocesos que pueden ser eliminados si se implementa un método estandarizado de secuenciamiento según la necesidad de la línea. Además, también se identifica la tarea de conteo de cajas, inevitable actualmente por las limitaciones del sistema, el cual no muestra la cantidad de bultos a alistar, y la falta de un proceso de inspección final de tarimas, lo que obliga a los alistadores a invertir tiempo dentro del alisto para realizar este tipo de verificaciones.

Se procede a calcular la cantidad de alistadores necesarios en el pasillo 7, utilizando los datos de finalización de pedidos presentes en el registro “Indicador de Pedidos Farmacia”, con el fin de realizar la comparación entre los resultados obtenidos con este método y el desarrollado previamente, a partir del muestreo de tiempo y el muestreo de trabajo.

A partir de los datos recopilados en el registro mencionado, se obtiene que se deben completar, en promedio, 106 pedidos al mes en el pasillo 7. Entre estos datos, se anota la duración de los bodegueros para finalizar cada uno de los pedidos asignados, de la cual se obtuvo que en promedio un alistador tarda 1,3 días para finalizar un pedido.

Como se analiza en la sección 2.4, el tiempo efectivo para las labores productivas e improductivas inevitables en la línea de Farmacia es de 85,02 %, lo que significa que, de 1,3 días para finalizar un pedido, se utilizan de manera efectiva 1,11 días.

A partir de esto, se obtiene la duración para finalizar todos los pedidos solicitados en el mes de la siguiente manera:

$$T_{Pedidos} = 106,3 \text{ pedidos} * 1,1 \frac{\text{turno}}{\text{pedido}}$$

$$T_{Pedidos} = 117,6 \text{ turnos}$$

Considerando que, al mes, hay alrededor de 22 días laborales para cada uno de los bodegueros, se determina la cantidad necesaria de estos de la siguiente manera:

$$A = \frac{117,6 \text{ turnos}}{22 \frac{\text{turnos}}{\text{alizador}}}$$

$$A = 5,3 \approx 6$$

Mediante este método se obtiene que se necesitan al menos 6 alistadores para cumplir con la demanda de pedidos del mes para el pasillo de comprimidos, una discrepancia de alrededor del 50 % respecto al primer método desarrollado en esta sección. Esto se debe a que, aunque sea una práctica común la determinación de la capacidad por medio de la cantidad de pedidos, se sobrestima la mano de obra necesaria al no tener, en primer lugar, la suficiente granularidad en la demanda, ya que se toman todos los pedidos como si fueran equivalentes, cuando en la realidad la cantidad de líneas de producto o cajas solicitadas en ella varía. Además, los días de duración en alisto de un pedido se calculan como la diferencia entre la fecha de asignación de este al alizador y la fecha en que el pedido es facturado, no cuando este es entregado por el alizador, por lo cual puede incidir en que haya una sobre estimación de la duración de alisto.

Por otro lado, utilizando el primer método para el cálculo de la mano de obra necesaria, en la cual se utilizan como herramientas el estudio de tiempos y el muestreo del trabajo, es posible establecer un estándar de tiempo para el alisto de producto a las tarimas, la cual es la tarea más realizada por los alistadores en la jornada, brindando un mayor nivel de exactitud al estudio de capacidad. Además, utilizando el muestreo de trabajo, se obtiene una estimación más precisa del tiempo dedicado a las tareas de alisto, sean productivas o improductivas, en comparación con el segundo método, en el cual se obtienen los pedidos alistados al día, sin especificación de las tareas realizadas ni los tiempos invertidos en estas. Por lo tanto, se determina que la capacidad obtenida con el primer método tiene un mayor nivel de precisión que la obtenida en el segundo.

Por último, se debe recalcar que la metodología propuesta en este apartado puede ser aplicada a otros pasillos del ALDI en futuros estudios, asegurando primero que los bultos de productos a estudiar son estadísticamente semejantes, con el fin de obtener el tiempo estándar de extracción y acomodo por bulto, de tal forma que, junto con la demanda a satisfacer y las proporciones obtenidas en el muestreo de trabajo para las tareas productivas e improductivas se puedan obtener las horas hombre totales necesarias para el alisto de la demanda solicitada y, a partir de esto, calcular la cantidad de alistadores con los que esta puede ser abastecida utilizando la proporción invertida para el alisto de bultos.

2.5. Identificación las causas y efectos asociados a los reprocesos, inconsistencias y al pago de horas extra

En esta sección, se llevará a cabo un análisis para identificar las causas fundamentales de los reprocesos, las inconsistencias y el pago de horas extras en el sistema de alisto. Para así, determinar las oportunidades de mejora y reducir los costos asociados a estos problemas. Este análisis se enfocará en la tercera rama del mapa mental de la Figura 1.

2.5.1. Inconsistencias en el alisto

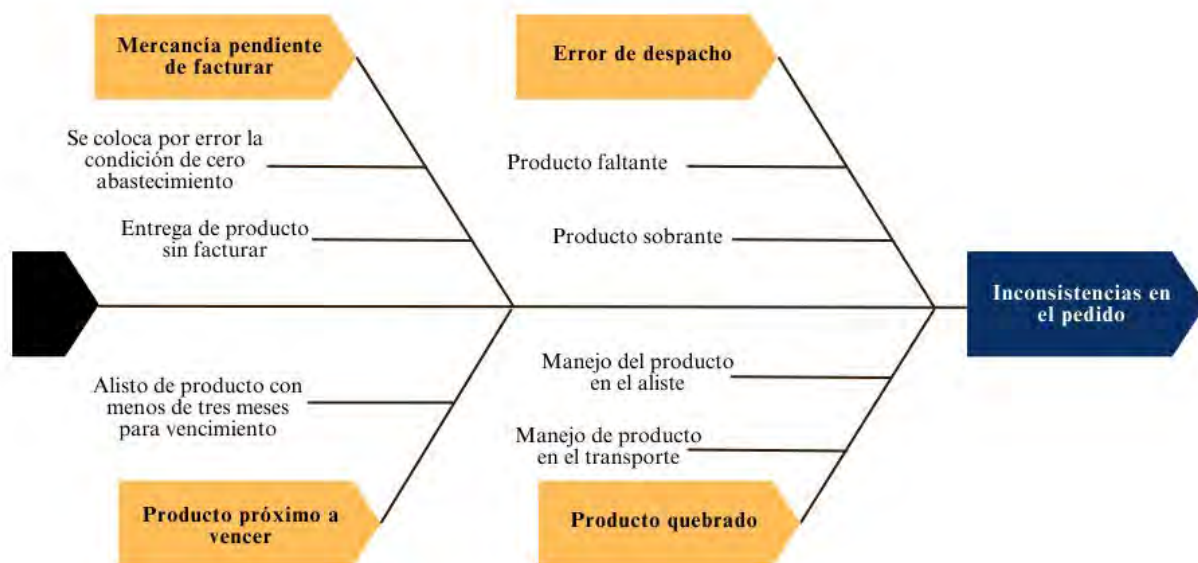
Actualmente, se registra como inconsistencia cualquier desviación con respecto a lo ordenado por el centro de salud, esto abarca la falta de productos o la falta de unidades de un producto, pero también considera la

llegada de productos rotos o vencidos al centro de salud. Las inconsistencias en los pedidos son anotadas en el registro “Indicador de Memorándum 2022”, sin embargo, se debe recalcar que estas son registradas para pedidos ordinarios, lo que significa que actualmente la jefatura de bodega del ALDI no mantiene registros para errores encontrados en extra-pedidos. A partir de este registro se contabiliza que, en los últimos dos años, en farmacia ha habido 940 inconsistencias, distribuidas entre 625 pedidos mientras que en proveeduría se contabilizaron 553 inconsistencias en 550 pedidos, tomando en cuenta que puede existir más de una inconsistencia en un mismo pedido.

Según el “Indicador de Memorándum 2022”, las inconsistencias han sido causadas por cuatro factores: Los errores de despacho, la mercancía pendiente de facturar, entrega de producto próximo a vencer y la entrega de producto quebrado. En la Figura 30, se pueden observar las principales causas de cada uno de estos factores.

Figura 30

Diagrama causa y efecto de las inconsistencias en el alisto



Nota: Basado en datos de ALDI (2022) Indicador de memorando.

Dentro del memorándum la principal causa de inconsistencias tanto para farmacia como proveeduría son los errores de despacho. En el caso de farmacia estos representan el 87 % de las inconsistencias, mientras que en proveeduría este representa el 93 %. En ambos casos el tipo de inconsistencia de mayor incidencia, dentro de los errores de despacho, es el faltante de producto (71,81 %) en comparación con lo solicitado por el centro médico, lo que puede implicar dos escenarios, el primero una modificación de factura, de igual manera representa la mayoría de los casos, mientras que el otro caso corresponde a reponer ese producto que representa cerca del 26,25 %, siendo esto lo que se considera como parte de los extra-pedidos, por lo cual,

cada vez que sucede una inconsistencia de esta índole, es necesario invertir más tiempo de alisto en esta línea para cumplir con el pedido. En el caso de un envío adicional de producto, esto también puede implicar dos escenarios, el primero, donde el centro de salud acepta el pedido y solo se debe modificar la factura, lo cual representa el 87,82 % de los casos; o se genera una devolución de ese producto que corresponde a menos del 4,91 %.

Las demás causas de inconsistencias representan en proveeduría un 7 % y en farmacia un 13 %. Sin embargo, es relevante recalcar que en los dos años en los que se ha mantenido este registro ha habido 101 inconsistencias por producto próximo a vencer que es enviado a los centros médicos, en estos casos el producto es devuelto al ALDI, y este debe realizar un proceso de disposición final del producto, lo cual implica gastos para el centro, ya que consiste en producto adquirido el cual tiene que ser desechado si no se cuenta con compromiso de reposición de parte del proveedor.

Con respecto a los productos quebrados, esta es la inconsistencia de menor incidencia, siendo registrada solo en 18 ocasiones. El registro no cuenta con la información del por qué el producto se quebró, debido a que, como las tarimas alistadas no son revisadas antes de ser despachadas, no se tiene claridad si el producto se daña en el alisto o en el transporte.

Por lo tanto, debido a que los errores de despacho representan el mayor porcentaje de inconsistencias en las líneas de farmacia y proveeduría, se procede a utilizar nuevamente la herramienta del diagrama causa-efecto, para detallar las causas de este tipo de inconsistencias. Este diagrama se presenta en la Figura 31.

Figura 31

Diagrama causa y efecto de los errores de despacho



Nota: Basado en datos de ALDI (2022) Indicador de memorando.

Como se explica anteriormente, hay dos causas que inciden en los errores de despacho: producto faltante

y producto sobrante. En el documento de “Indicador de Memorándum 2022” se registran las cantidades de producto faltante o sobrante, el bodeguero que realiza el aliste, y el nombre del conductor de camión que realiza el transporte; mas no se mantiene un registro de la causa que provocó el producto faltante o sobrante; esto dificulta la aplicación de acciones preventivas, al no saber de qué proceso proviene el causante del error de despacho.

Debido a esto, se realizaron entrevistas con el jefe de bodega, así como con bodegueros tanto de las líneas de farmacia como de proveeduría, con el fin de identificar las causas de los productos faltantes y sobrantes que pueden ser generadas desde el proceso de alisto. En el caso de los faltantes, se menciona que esto puede ocurrir por descuido del bodeguero al realizar el alisto, siendo un ejemplo de esto cuando registran la línea de producto en el *hand held*, pero se distraen en ese momento, lo que provoca que no coloquen el producto en la tarima y prosigan con el siguiente código. Otra de las causas de la presencia de faltantes en el pedido es la diferencia entre lo que se encuentra en el sistema como inventario disponible y lo que realmente está físicamente disponible; esta situación se agravó a raíz del hackeo experimentado por la entidad a finales de mayo del año 2022, debido a que se inhabilitaron los sistemas informáticos de la institución para evitar infiltraciones a estos, por lo que, al restaurarlos, se cuenta con datos de inventario des actualizados. Para setiembre del año 2022 el sistema que se utiliza para el manejo de inventario logra ser restablecido, pero según las situaciones explicadas por los bodegueros en cuanto a este tema mencionan que es común que en SIGES, el sistema de manejo de inventarios que utiliza el ALDI, se refleje la existencia de mercancía de producto, cuando en realidad no hay unidades físicas en la locación de alisto, por lo cual no se puede alistar el producto solicitado. Esto provoca una inconsistencia para los centros médicos, debido a que, al tener estos accesos al sistema de inventarios y, por lo tanto, a la cantidad de producto registrada en este, observan que virtualmente sí hay producto, cuando en realidad no es el caso. Esta situación es solventada cuando se realiza el ajuste en el sistema, pero hasta que esto suceda, los centros médicos siguen solicitando la línea faltante, ya sea en pedido ordinario o extra-pedidos.

Por otro lado, los bodegueros mencionan que hay casos en los que registran un código en el *hand held*, pero aunque hay unidades físicas en el alisto de un lote, en el sistema aparece como si no se tuviera inventario del producto en ese lote, debido a esto, ha habido ocasiones en las que los bodegueros deciden no alistar esa línea de producto, lo cual provoca que el centro médico clasifique la línea como inconsistencia, cuando en realidad el procedimiento a seguir, según lo mencionado por bodegueros de mayor experiencia, es alistar el producto de otro lote disponible, pero anotándolo en las hojas de pedido para notificar al subjefe de la línea y que se hagan los ajustes en el sistema. Sobre esta situación es relevante mencionar que la jefatura de la bodega no ha definido claramente los pasos a seguir cuando se dan este tipo de situaciones, sino que los bodegueros de mayor experiencia han tratado de enseñarle a los de menor experiencia prácticas recomendables a seguir para evitar inconsistencias y que el centro médico vuelva a solicitar la línea faltante como un extra-pedido.

En cuanto a los errores de despacho por sobrantes de mercancía en el pedido, esto se relaciona a dos causas como se muestra en la Figura 31. La primera de ellas un error de humano de conteo de los productos; una segunda razón es el alisto de una cantidad mayor a la solicitada debido a la configuración del empaque del producto, esto se realiza, con el fin de evitar el fraccionamiento de los paquetes. Un ejemplo de esta situación es cuando el centro médico pide 48 unidades de cierto producto cuando la caja es de 50 unidades,

el bodeguero decide enviar la caja completa. Ante esta situación, el centro médico puede aceptar o devolver el producto, pero en cualquiera de las dos opciones debe notificar la inconsistencia.

Es importante recalcar que, como parte del análisis de las causas de los errores de despacho, se analiza la posibilidad de que las inconsistencias por errores de despacho se presentaran debido al manejo de ciertos productos específicos. En el caso de farmacia el producto que tuvo una mayor incidencia fue la amoxicilina base de 250 mg, en 16 ocasiones, y el óxido de zinc, en 10 ocasiones, pero estas representan menos de un 3 % del total de inconsistencias. Con lo que respecta a proveeduría, el producto que presentó una mayor incidencia en las inconsistencias fueron los tubos al vacío, pero, al igual que en farmacia, la cantidad de registros de este producto es menor al 2 %. Por esta razón, se identifica que la recolección de productos en particular no corresponde a una causa de cometer este tipo de error.

2.5.2. Causas y efectos de las horas extra

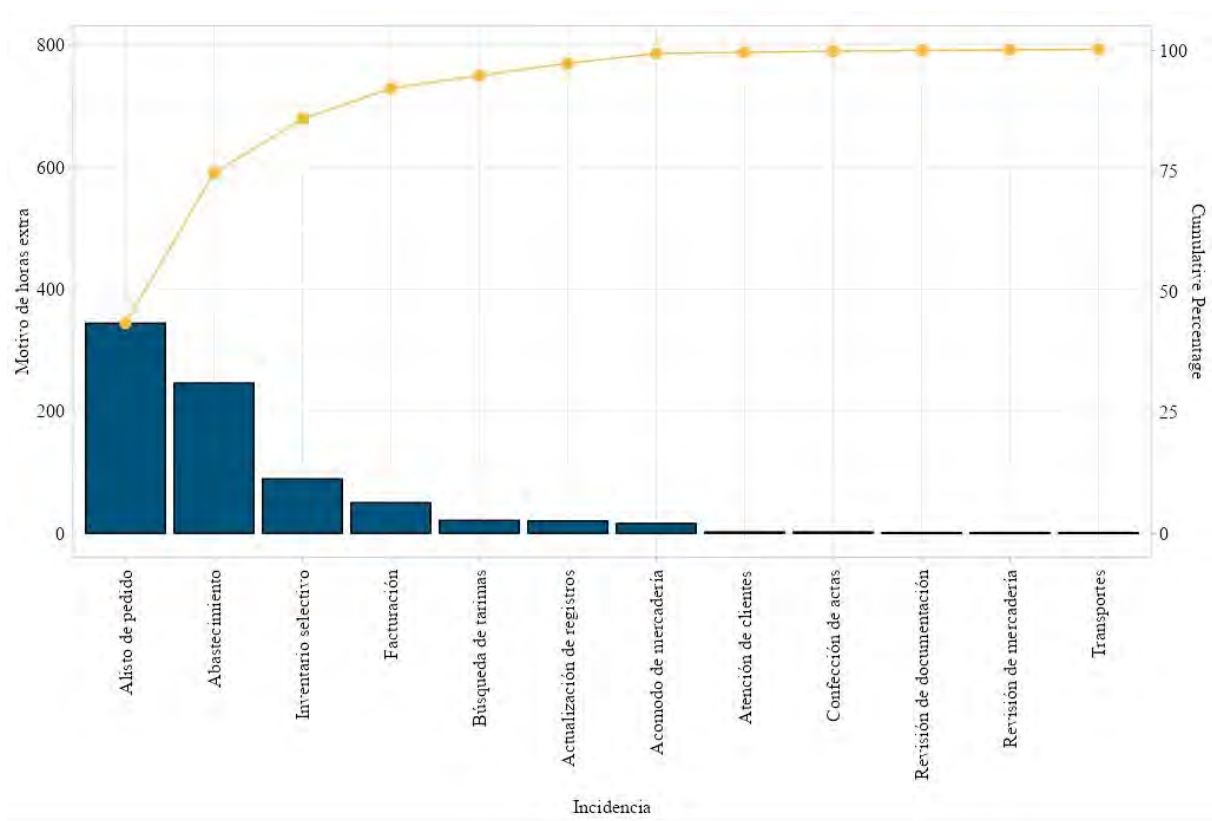
Las horas extra deben de aplicarse excepcionalmente a los casos en que las necesidades de una organización lo demandan, no deben de convertirse en una práctica consuetudinaria (nacional de la judicatura, s.f.). En el caso del ALDI, la realización de horas extra es una práctica común, sin embargo, se busca determinar por medio de este diagnóstico si las mismas son necesarias o si la capacidad instalada es suficiente para cumplir con los pedidos y demás tareas realizadas por los bodegueros durante la jornada extraordinaria.

En primer lugar, solamente considerando a aquellos colaboradores contratados en un rol de bodeguero en la organización, se tiene que en promedio una persona realiza 32 horas de trabajo adicionales a su jornada ordinaria por mes. A modo general, las horas extra representan cerca de un 13 % de la jornada ordinaria mensual considerando el horario laboral de todos los bodegueros del ALDI. En consecuencia, los costos invertidos en horas extra por bodeguero son de ₡ 100 475 en promedio, es decir, se tienen costos totales de ₡ 2 913 762 por mes, siendo un importante costo para la organización.

Seguidamente, de acuerdo con el diagrama de Pareto mostrado en la Figura 32 se demuestra que, dentro de los motivos por los que los bodegueros realizan horas extras, un 85 % corresponde al alisto de pedidos, al abastecimiento de las zonas de alisto y de almacenamiento, así como a realizar inventarios de la mercadería. Específicamente, el alisto de pedidos corresponde a un 43 % de los motivos en general. De esta forma se puede observar que, alrededor del 57 % de las veces que en el almacén se realizan horas extras, se llevan a cabo tareas como lo son la facturación de solicitudes de pedidos, la localización o búsqueda de tarimas en el almacén, la actualización de registros como lo es el sistema SIGES o los exceles de Indicadores de Pedidos y el acomodo de mercadería. Estas tareas son parte del rol de bodeguero del almacén según el Manual descriptivo de puestos de la Caja Costarricense del Seguro Social Caja Costarricense del Seguro Social (2021), sin embargo, ninguna de estas se relaciona con la preparación de pedidos. Seguidamente, es relevante cuestionar si, de acuerdo con los resultados de la sección 2.4, la fracción de tiempo improductivo evitable (IE) durante la jornada laboral efectiva pueden cubrir los tiempos extras. Utilizando el peor escenario donde se considera el error de estimación de este porcentaje (IE) para obtener un valor de límite inferior del IE, la Figura 33 muestra, según datos históricos, cómo mes a mes las horas extra son cubiertas por los tiempos improductivos evitables que deben de ser eliminados durante la jornada regular efectiva. Para mayor contexto de lo demostrado por la Figura 33, se evidencia que las horas extras mensuales, las cuales son alrededor de 590 horas en promedio, son equivalentes a la jornada laboral completa de 3,8 bodegueros;

Figura 32

Motivos de horas extra de bodegueros de unidad de producción en el ALDI



Nota: Basado en datos de ALDI (2022) Indicador de memorando.

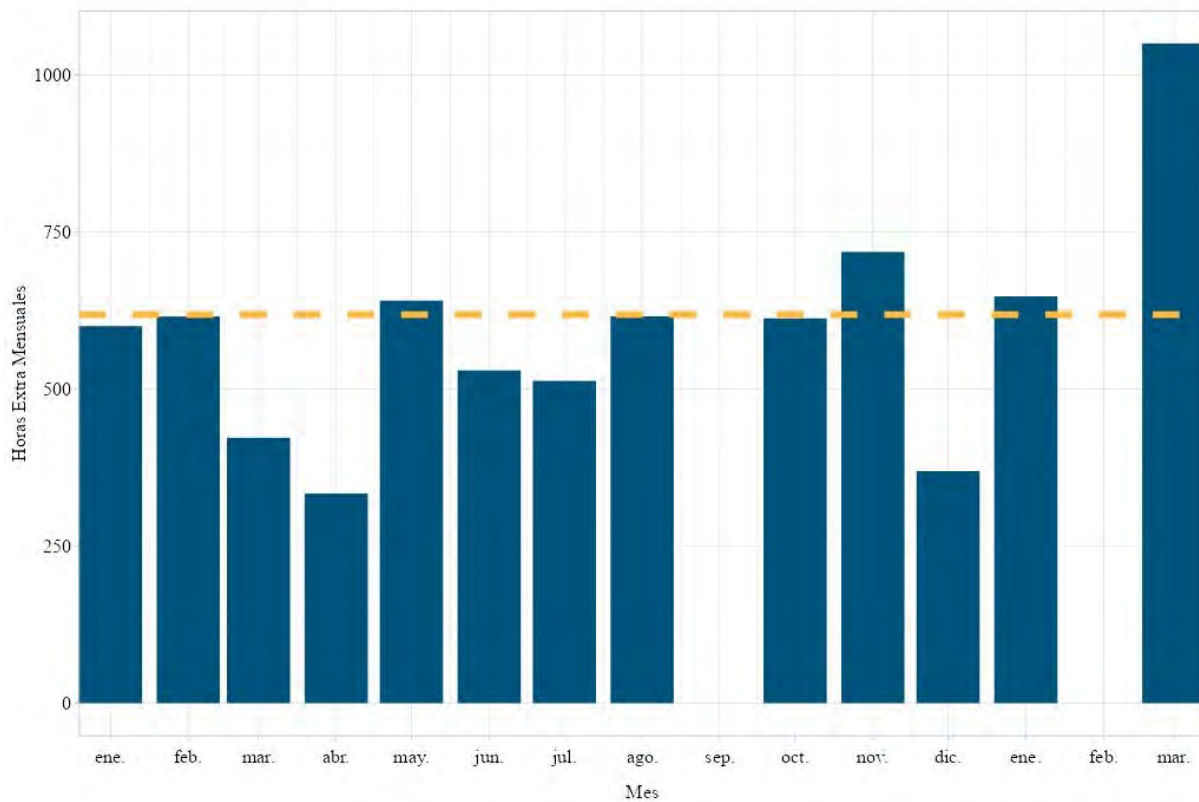
mientras que las horas de tiempos improductivos evitables mensuales equivalen a la jornada laboral completa de 4,01 bodegueros. Es decir, los tiempos invertidos en horas extra en el ALDI para los bodegueros no son necesarios y se tiene la capacidad instalada necesaria para realizar estas tareas dentro del horario ordinario de trabajo.

Cabe destacar que los cálculos anteriores son realizados con las siguientes suposiciones:

- a. Hay 29 bodegueros activos en el ALDI.
- b. Estos bodegueros son distribuidos de la siguiente forma:
 - a) Hay cuatro alistadores asignados en la línea de extra-pedidos.
 - b) Hay 13 alistadores asignados en la línea de farmacia.
 - c) Hay 12 alistadores asignados en la línea de proveeduría.

Figura 33

Tiempo de trabajo extras vs tiempo improductivo evitable



Nota: Basado parcialmente en datos de ALDI (2022) Indicador de memorando.

2.6. Medición del desempeño del sistema actual

En esta sección, se llevará a cabo una evaluación del rendimiento actual del sistema de alisto para determinar su grado de cumplimiento con las metas establecidas por la gerencia. Este análisis corresponde a la cuarta rama del mapa mental de la ilustración 1.

2.6.1. Desempeño actual del proceso de alisto

A continuación, se muestran los resultados de la medición del desempeño actual del proceso de alisto.

2.6.2. Productividad

La productividad se refiere a la relación entre lo producido y los recursos utilizados para producirlo Kana-waty (2011). En este caso, se ha medido la productividad en el proceso de preparación de pedidos, utilizando como indicador la relación entre el número de pedidos preparados y el número de bodegueros involucrados, tal como se puede observar en la ecuación 9. Esta medida permite evaluar la eficiencia y carga de trabajo del

proceso.

$$Productividad = \frac{Pedidos\ Completados}{Alistadores} \quad (9)$$

Donde:

- a. *Pedidos Completados* : Promedio mensual de pedidos completados.
- b. *Alistadores* : Promedio mensual de alistadores que colaboraron para completar los pedidos.

La Tabla 17 presenta los resultados obtenidos para los indicadores de productividad en farmacia y proveeduría. Como se puede observar, la productividad en proveeduría es mayor a la de farmacia, pero es importante tener en cuenta que los productos preparados son diferentes, por lo que se requieren habilidades y esfuerzos distintos para cada línea. Por lo tanto, no se deben comparar directamente estos dos valores.

Tabla 17

Resultados del estudio de productividad

Línea	Cantidad promedio de pedidos al mes por alistador
Farmacia	6,5
Proveduría	8,9

Para establecer un sistema de medición preciso, es necesario llevar un registro detallado del número de pedidos preparados y el número de bodegueros involucrados en la preparación de estos. Sin embargo, se ha observado que en el ALDI existe un mal manejo de estos registros, ya que existen meses y pedidos con información faltante o errónea. Además, se ha notado que los registros de extra-pedidos no cuentan con suficiente información para ser utilizados. Por lo tanto, se recomienda mejorar el manejo de estos documentos para estudios futuros.

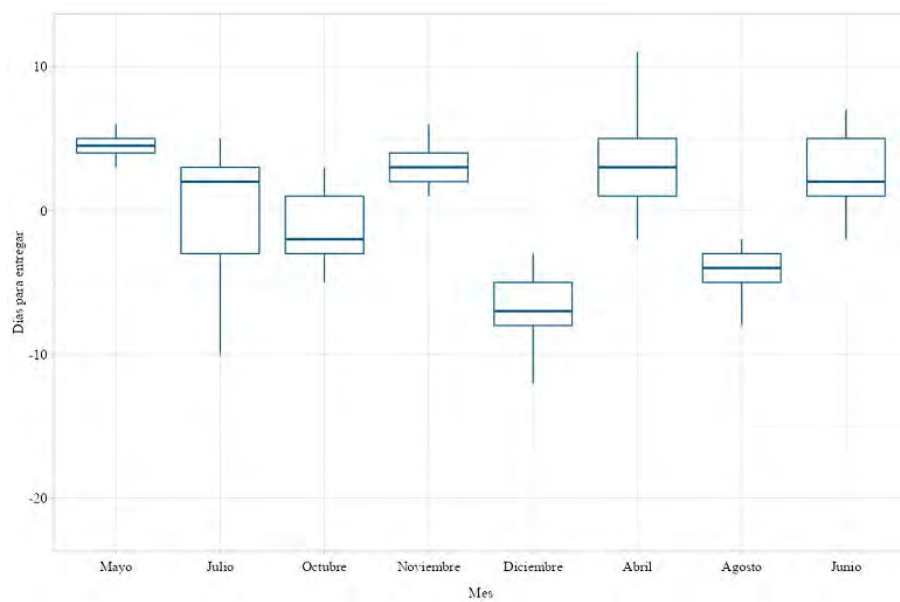
2.6.3. Días a favor con respecto a la fecha agendada de entrega

Actualmente, el ALDI maneja un indicador clave para medir el cumplimiento de las fechas de entrega el cual se describe como los días a favor con respecto a la fecha de entrega programada. Esto significa que se mide cuánto tiempo antes de la fecha programada se completa un pedido. La meta establecida es tener una anticipación de dos días, ya que entregar antes de tiempo implica utilizar espacio de almacenamiento de manera innecesaria y dificultar el tránsito en los pasillos, mientras que entregar tarde puede retrasar las operaciones de despacho y transporte (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).

Al analizar los promedios mensuales de estos indicadores, se observa la dificultad de cumplir la meta en cuestión. En farmacia, solo se alcanzó la meta en 2 de los 7 meses analizados, mientras que en proveeduría no se cumplió en ningún mes. Además, los valores reportados para este indicador son altamente variantes, ya que pueden variar desde diez días de anticipación hasta diez días de retraso. En las Figuras 34 y 35 se puede observar esta variación a lo largo de un periodo de cuatro meses. La principal explicación de esta variación es el número de bodegueros que trabajaron para cumplir con estos pedidos, donde existe una relación aparente entre el número de trabajadores y los tiempos de entrega. En la Figura 36 se puede observar esta relación.

Figura 34

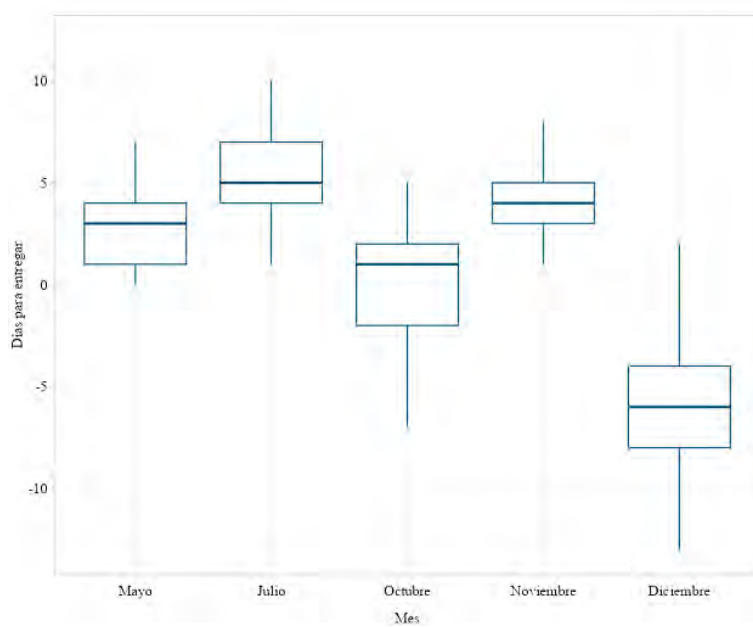
Variación del indicador de días a favor en el tiempo en farmacia



Nota: Basado en datos de ALDI (2023b) Indicador de pedido farmacia.

Figura 35

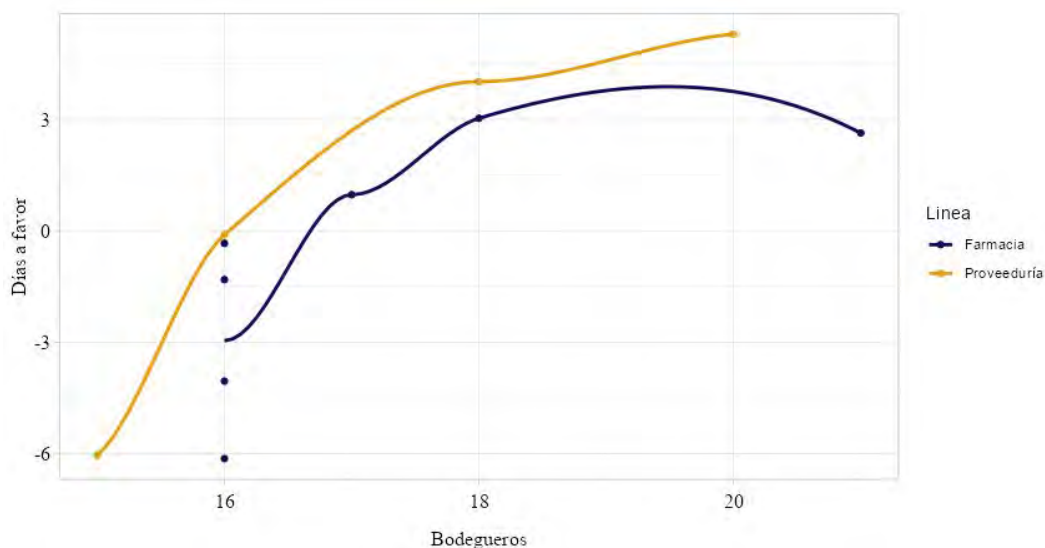
Variación del indicador de días a favor en el tiempo en proveeduría



Nota: Basado en datos de ALDI (2023c) Indicador de pedido proveeduría.

Figura 36

Variación del indicador de días a favor por cantidad de bodegueros



Nota: Basado en datos de ALDI (2023b) Indicador de pedido farmacia y ALDI (2023c) Indicador de pedido proveeduría.

La Figura 36 revela una relación positiva entre el número de bodegueros y los tiempos de entrega: A medida que aumenta el número de bodegueros, también aumenta la anticipación en la conclusión de los pedidos. El número de bodegueros puede variar debido a situaciones como la contratación de plazas gemeleadas, el cambio de personal de una línea a otra o incluso de un proceso a otro, por lo que surge la necesidad de reasignar los bodegueros constantemente. Al analizar esta relación, se pueden observar dos escenarios en los cuales no se cumple con la meta: Asignar un número excesivo de bodegueros puede culminar en la conclusión de pedidos con un tiempo a favor muy elevados, lo que genera congestión en los pasillos y dificulta el paso para otros bodegueros. Asignar una cantidad de personal insuficiente, el mayor efecto es el retraso en la entrega de los pedidos. Ambos escenarios subrayan la importancia de tener una adecuada planificación y gestión del personal para lograr una entrega oportuna y eficiente. Aún así el segundo escenario es el que afecta de manera directa al cliente y al nivel de servicio, y con eso poniendo el peligro el suministro de medicamentos.

Los valores promedios de este indicador para los meses analizados se presentan en la Tabla 18.

La Tabla 18 revela que ninguna de las líneas evaluadas alcanza la meta establecida para el indicador. En particular, en el ámbito de la farmacia, se observa un retraso de 1,2 días con respecto a la meta, mientras que en proveeduría, este desfase se amplía a dos días. Estos resultados señalan la importante de necesidad de implementar medidas para mejorar los tiempos de preparación de pedido para farmacia y proveeduría, así como para optimizar la asignación de carga de trabajo.

Tabla 18

Resultados del cálculo de días a favor con respecto a la entrega

Línea	Promedio de tiempo a favor para entregar mensual (días)
Farmacia	0,8
Proveeduría	0

Nota: Basado en datos de ALDI (2023b) Indicador de pedido farmacia y ALDI (2023c) Indicador de pedido proveeduría

2.6.4. Porcentaje de pedidos enviados completos

Asimismo, se evalúa el desempeño del proceso de alisto de las líneas de farmacia y proveeduría mediante las métricas de precisión, la exactitud de los pedidos y el porcentaje de pedidos enviados completos, con los datos brindados por la jefatura del almacén. La determinación de estos indicadores se realiza por medio del análisis de los registros: “Indicador de Memorándum”(ALDI, 2022), en el cual se detallan las inconsistencias notificadas por los centros médicos al recibir los pedidos mensuales, de enero a julio 2022, así como de los registros “Indicador de Pedidos Farmacia 2022 ” e “Indicador de Pedidos Proveeduría 2022”, en los cuales se registran la cantidad de pedidos realizados a cada línea de forma mensual.

A partir de esta información, se obtiene la exactitud, calculada como la proporción de pedidos en los que todas las líneas de producto solicitadas fueron despachadas. Además, se determina la precisión del alisto, como la proporción de pedidos despachados con las cantidades correctas de productos. Por último, el porcentaje de pedidos enviados completos es una combinación de las dos métricas anteriores, en donde se mide la proporción de pedidos enviados con todas las líneas de producto solicitadas y en las cantidades correctas (Visatek, O’Donoghue, Harrity, y Symmes, 2017).

En la Figura 37 se muestran los resultados para la línea de farmacia. La exactitud en los pedidos alistados de enero a julio 2022 es, en promedio, de 89 % a nivel mensual, mientras que la precisión es de 78 %. En farmacia se solicitan mensualmente alrededor de 107 pedidos, lo que significa que alrededor de 96 de estos pedidos son enviados con todos los productos solicitados y, en promedio, en 84 se envían las cantidades correctas de mercancía solicitada.

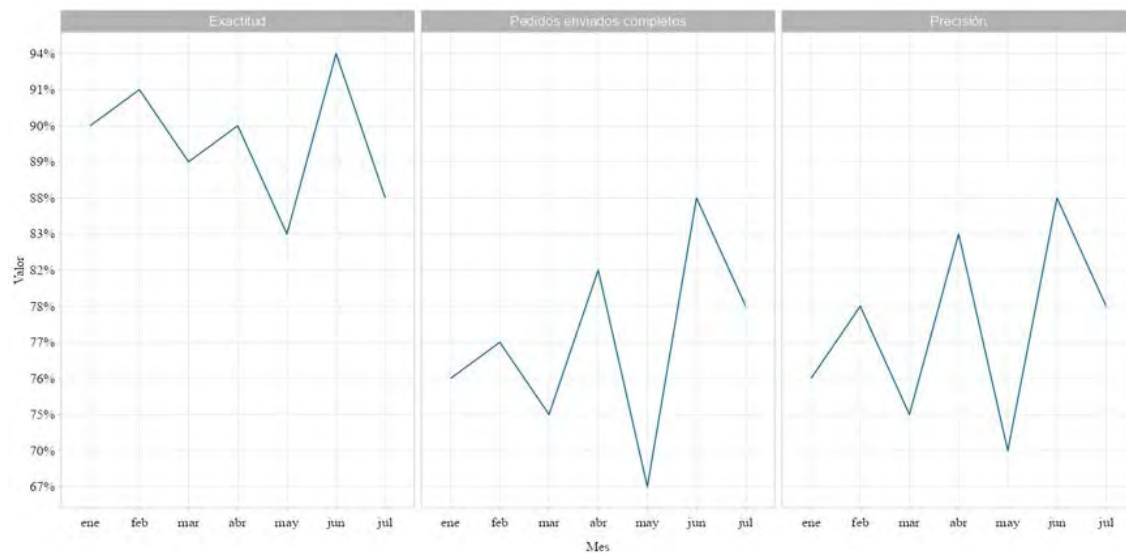
Por otro lado, en proveeduría se obtiene que la exactitud y la precisión, de manera mensual, son de 92 % y 86 % respectivamente. Esta línea recibe en promedio 135 pedidos al mes, lo cual significa que en 124 de estos se envían todos los productos solicitados y en 116 se envían las cantidades correctas. En la Figura 38, se puede ver la tendencia de estos indicadores en el periodo enero a julio 2022.

Sobre el indicador de pedidos enviados completos, para farmacia se obtiene que en promedio 78 % de los pedidos se despachan completos en cuanto a líneas y cantidades solicitadas, mientras que en proveeduría este indicador asciende a 83 %. Según el documento “Guía de mejores prácticas y *benchmarking* del proceso de almacenamiento” elaborado por el Consejo de Educación e Investigación de Almacenamiento (WERC por sus siglas en inglés), este indicador debe ser mayor a 99,9 % para que el proceso pueda ser considerado de clase mundial y mayor a 98 % para que pueda ser considerado como un proceso donde se implementan

buenas prácticas (Visatek et al., 2017), por lo que se determina que, tanto proveeduría como farmacia, no cumplen con las buenas prácticas utilizadas en almacenes de clase mundial.

Figura 37

Tendencia en exactitud, precisión y pedidos enviados completos en farmacia



Nota: Basado en datos de ALDI (2022) Indicador de memorando.

En el caso de extra-pedidos, el ALDI no registra las inconsistencias en las líneas de producto despachadas ni mantiene indicadores relacionados a exactitud o precisión de los pedidos entregados.

2.7. Conclusiones de la fase de diagnóstico

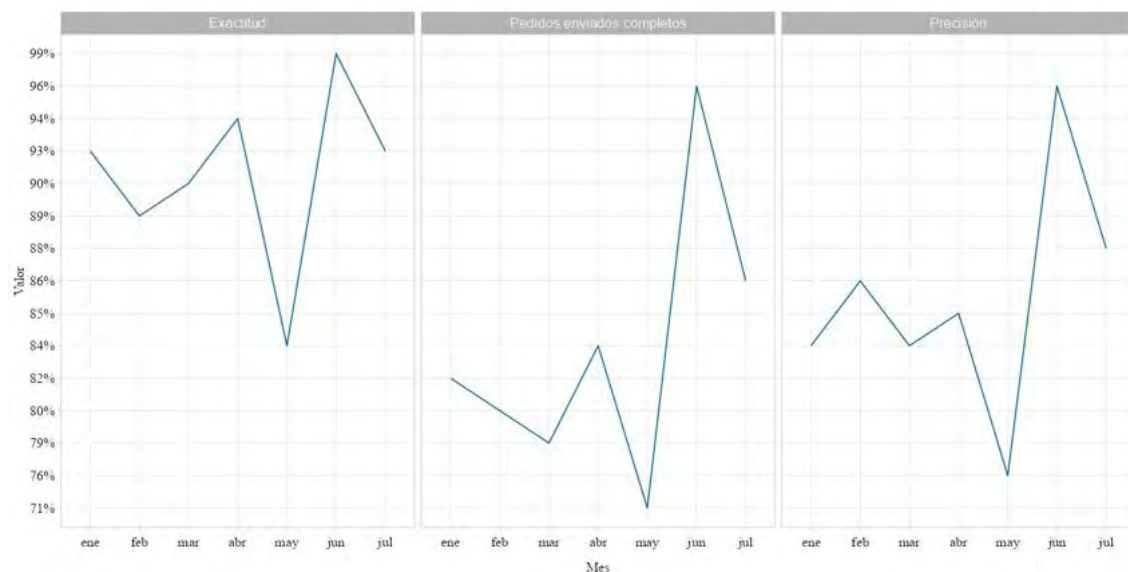
En primer lugar, al caracterizar el proceso de alisto actual y revisar su documentación, se determina que los procedimientos existentes contienen errores conceptuales y no reflejan con precisión la ejecución del alisto. Además, carecen de las herramientas necesarias para implementar un estándar procedimental adecuado, se identifica que el 54,55 % de las tareas no aportan valor al pedido y que el 33,33 % de las tareas corresponden a decisiones que aumentan la complejidad del proceso, así como se reconocen riesgos para la continuidad de este. Por consiguiente, resulta imperativo rediseñar el proceso, redefinir su alcance y, de esta manera, incrementar el valor añadido mientras se reduce su complejidad y se asegura su continuidad.

Tras estudiar la zonificación del almacén y el secuenciamiento de la conformación de pedidos, se determina que la zonificación actual es inadecuada y la metodología de secuenciamiento es inexistente. Esto se refleja en una tasa de devoluciones del 20,31 % en las rutas de alisto y un 11,35 % de reconfiguraciones de tarimas, lo que afecta el tiempo de conformación. Por lo tanto, es necesario diseñar una zonificación pertinente y un método de secuenciamiento para mejorar el funcionamiento del almacén, reducir los reprocesos durante la conformación de tarimas y asegurar un envío a tiempo de los pedidos.

A partir del análisis de pertinencia de la estrategia del sistema de alisto se diagnostica que los métodos de procesamiento de pedidos ordinarios (*complete order picking* y *split order picking*) son adecuados, sin em-

Figura 38

Tendencia en exactitud, precisión y pedidos enviados completos en proveeduría



Nota: Basado en datos de ALDI (2022) Indicador de memorando.

bargo, no existen criterios para seleccionar uno u otro. En el caso de extra-pedidos se considera pertinente el uso de *batch order picking*, el cual genera hasta un 49 % de ahorro con respecto al método que se utiliza actualmente. Por otro lado, aunque se considera que el tipo de alisto (*hand held*) es pertinente, se identifican falencias en el sistema que este utiliza, que dificultan el proceso de alisto. De esta manera, resulta indispensable replantear la estrategia de alisto, de modo, que genere mayores eficiencias en cuanto a tiempos de preparación de pedidos.

Por medio del muestreo del trabajo y del estudio de tiempos, se realiza un análisis de capacidad, del cual se determina que para el alisto de productos en el pasillo siete son necesarios de cuatro bodegueros para preparar la demanda actual, lo que representa una disminución de una persona con relación a la cantidad actualmente empleada en esta zona. Esto se debe a que el análisis del tiempo de trabajo ha revelado un 10 % de tiempo no productivo evitable y un 46,67 % de tiempo no productivo inevitable. Lo que indica que, en caso de extender este análisis a todos los pasillos, se demostraría que existe capacidad ociosa en el almacén.

Por otro lado, el análisis de horas extras ha revelado que solo el 43 % son utilizadas para tareas relacionadas con la preparación de pedidos, lo que indica que la mayoría de las horas extras se emplean en actividades administrativas y operacionales ajenas al proceso analizado. Esto equivale a un total de 3,8 jornadas de trabajadores de almacén. Además, la investigación constata que el tiempo improductivo evitable en la jornada laboral normal es de 4,01 jornadas, lo que significa que existe un excedente de 0,21 jornadas. Por lo tanto, se concluye que no son necesarias las horas extras.

Por medio del análisis de causas y efectos y el estudio estadístico de las inconsistencias en los pedidos despachados, se ha determinado que el error de despacho, específicamente el producto faltante en los pedidos

despachados a los clientes del ALDI, representa el 72 % de las incidencias registradas. Como resultado, se ha constatado que la capacidad y eficiencia de la línea de extra-pedidos se ve afectada debido a la necesidad de realizar pedidos adicionales por parte de los centros de salud debido a estos errores. Por lo tanto, se infiere que al abordar estas carencias se podrían reducir los extra-pedidos en un 26 %, lo que permitiría liberar espacio en la línea para atender tanto a los pedidos ordinarios de farmacia y proveeduría, así como otras tareas operacionales y administrativas que actualmente son llevadas a cabo durante la jornada extraordinaria.

Relacionado a esto, se evidencia que el desempeño actual en farmacia (78 %) y proveeduría (83 %) no cumple con el estándar de envío de pedidos de almacenes con buenas prácticas de alisto. Esto provoca un aumento de la carga de trabajo en líneas de extra-pedidos y la necesidad de modificar frecuentemente facturas por parte de la jefatura. Además, el 87 % de las inconsistencias en farmacia y el 93 % en proveeduría son causadas por errores de despacho. Por tanto, se identifica la necesidad de realizar revisiones de los pedidos antes de ser enviados y llevar a cabo mejoras que permitan reducir el número de errores de despacho para alcanzar las buenas prácticas de alisto.

A partir del análisis de las fechas de finalización de alisto y despacho de los pedidos, se evidencia que existen problemas para cumplir con la meta de dos días de holgura entre la finalización y el despacho del pedido. Donde solo el 28 % en farmacia y el 0 % en proveeduría de los meses estudiados alcanzaron la meta. Además, se identifica que los tiempos de holgura en la finalización presentan desviaciones elevadas (4,5 días en proveeduría y 3,92 en farmacia). Esto sugiere que no se están implementando adecuadamente prácticas que promuevan y permitan seguir el cumplimiento de esta meta por parte de la jefatura del almacén. Como resultado, se observa un impacto en el cumplimiento de las fechas de entrega en caso de retrasos, así como, el uso incorrecto del pasillo para el almacenamiento de tarimas completadas, que en promedio corresponden a 11 en todo momento obstaculizando el paso. Es necesario tomar medidas para abordar estos problemas y mejorar el cumplimiento de las fechas de entrega y la eficiencia del almacén.

Por último, en línea de extra-pedidos actualmente no se implementan métricas de desempeño para sus alistadores ni para los pedidos despachados, lo cual incide en la proporción productiva mostrada en el proceso de alisto (alrededor de dos horas en la jornada laboral de cada alistador), ya que, actualmente, no existe un objetivo el cual se promueva a cumplir. Por lo tanto, se identifica la necesidad de la implementación de indicadores de desempeño en esta línea que sean capaces de medir el nivel de productividad de los alistadores, así como la precisión y exactitud de los pedidos despachados, con el objetivo de aumentar la eficiencia del proceso y del producto enviado a los centros médicos.

Capítulo 3. Diseño

3.1. Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos generales y específicos del diseño del proyecto.

3.1.1. Objetivo general

Rediseñar las condiciones estratégicas y operativas del sistema de alisto mediante el ajuste de métodos de trabajo con el propósito de proponer un sistema enfocado a una mejora en la eficiencia.

3.1.2. Objetivos específicos

- a. Rediseñar la estrategia, el proceso de asignación de pedidos y de alisto para asegurar su pertinencia y mejorar la eficiencia en la ejecución de las tareas.
- b. Diseñar los métodos operativos de las tareas críticas de conformación de pedidos con la finalidad de dar soporte al proceso rediseñado y reducir los tiempos de preparación de pedidos, así como la cantidad de reprocesos.

3.2. Metodología del diseño

En la Tabla 19 se presenta la metodología desarrollada para la etapa de diseño del proyecto. Esta presenta seis actividades a desarrollar, para cada una se incluyen las respectivas herramientas y productos esperados, de la misma manera se presenta la relación de estas actividades con los objetivos específicos planteados anteriormente.

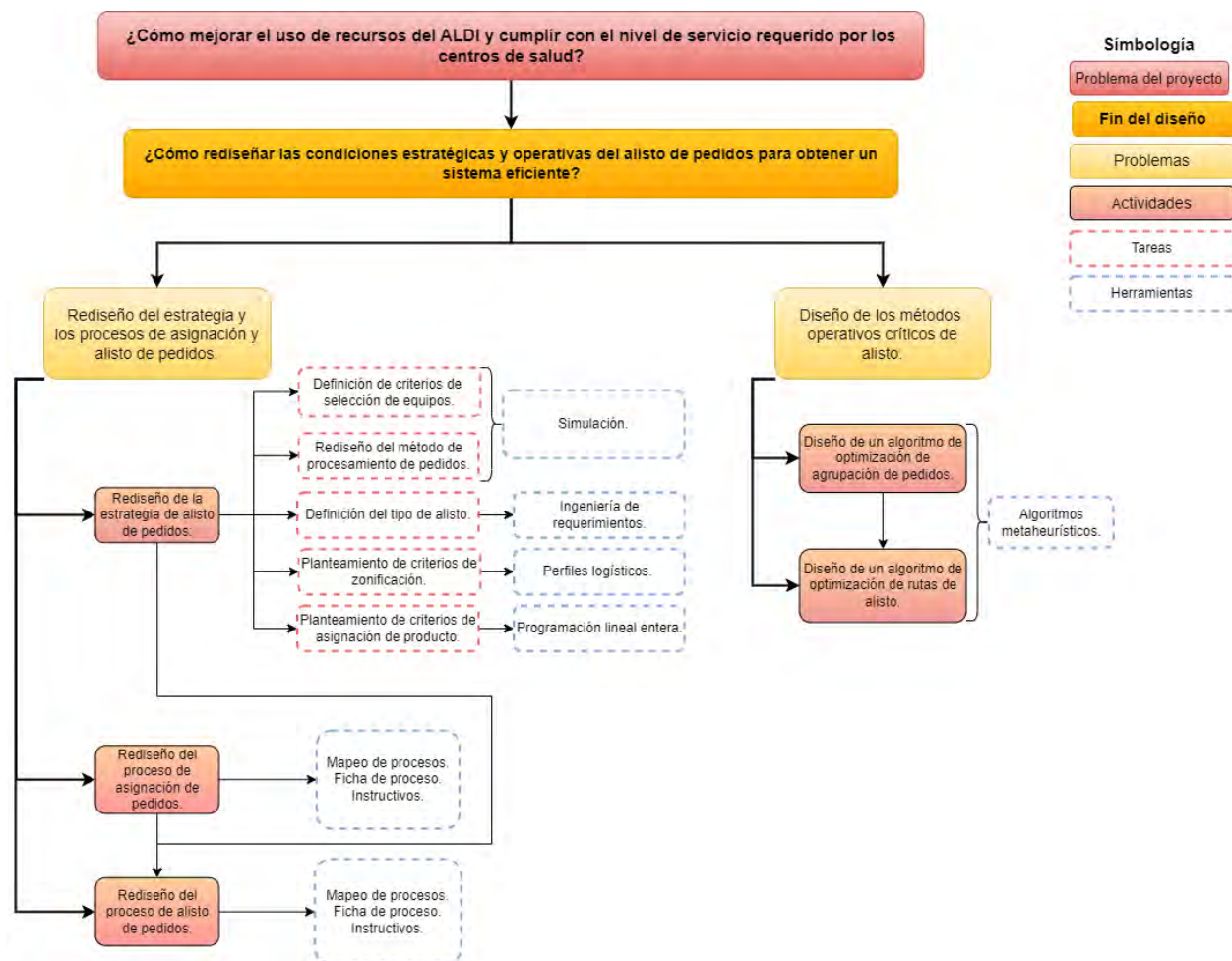
Tabla 19

Metodología de la fase de diseño

Objetivos específicos	ID	Actividades	Herramientas	Productos esperados
1. Rediseñar la estrategia, el proceso de asignación de pedidos y de alisto para asegurar su pertinencia y mejorar la eficiencia en la ejecución de las tareas.	1	Rediseño de la estrategia de alisto.	Perfiles logísticos. Modelo de simulación. Ingeniería de requerimientos.	Criterios de zonificación. Criterios de asignación de ubicaciones. Criterio de asignación de equipo. Tipo de alisto definido. Método de procesamiento de pedidos.
	2	Rediseño del proceso de asignación de pedidos.	Mapeo del proceso. Ficha de proceso. Instructivo de proceso.	Proceso propuesto mapeado. Procedimiento del proceso propuesto. Instrucciones del proceso propuesto.
	3	Rediseño del proceso de alisto.	Mapeo del proceso. Ficha de proceso. Instructivos.	Proceso propuesto mapeado. Procedimiento del proceso propuesto.
2. Diseñar los métodos operativos de las tareas críticas de conformación e inspección de pedidos con la finalidad de dar soporte al proceso rediseñado y reducir los tiempos de preparación de pedidos así como la cantidad de reprocesos.	4	Diseño de un algoritmo de optimización agrupación de pedidos.	Algoritmos metaheurísticos.	Programa propuesto para la agrupación de pedidos.
	5	Diseño de un algoritmo optimización de rutas de alisto.	Algoritmos metaheurísticos.	Programa propuesto para la optimización de rutas de alisto.

Figura 39

Mapa mental de la etapa de diseño del proyecto



Adicionalmente, se presenta el mapa mental para esta fase en la Figura 39, la primera rama desarrolla el primer objetivo específico y la segunda rama, muestra la estructura del segundo objetivo planteado anteriormente.

3.3. Rediseño de la estrategia y del proceso de alisto

En la presente sección, se hace una propuesta de la estrategia de alisto, asimismo, se presenta el rediseño de los procesos de asignación de pedidos y de alisto, cuyo objetivo corresponde a mejorar la eficiencia en la ejecución de las tareas. Esto corresponde a la primera rama del mapa mental mostrado en Figura 39.

3.3.1. Rediseño de la estrategia de alisto

A continuación, se detalla el rediseño de la estrategia de alisto propuesto para el ALDI.

3.3.1.1. Método de procesamiento de pedidos

En la sección 2.3 se realizó un análisis preliminar basado en la teoría, con el objetivo de evaluar la pertinencia de diferentes métodos de preparación de pedidos, incluyendo *complete order picking*, *split order picking* y *batch order picking*.

De este análisis, se llegó a la conclusión de que tanto el método de *complete order picking* como el de *split order picking* son adecuados para las líneas de alisto de farmacia y proveeduría debido al alto número de códigos por orden (entre 100 y 300 líneas de código por pedido). Sin embargo, no se encuentra una justificación clara de cuándo aplicar cada uno de estos métodos. Para los extra-pedidos, se determinó que el método de *batch order picking* era el más adecuado debido a su menor volumen de códigos por pedido (entre 1 y 10 líneas). Aun así, los bodegueros no disponen de una guía detallada sobre cómo implementar este método y no se ha establecido un criterio claro sobre el tamaño óptimo de cada *batch* de pedidos.

En las siguientes secciones, se utiliza una herramienta de simulación, explicada en el Apéndice 7, para responder a estas preguntas y establecer criterios claros para la preparación de pedidos en diferentes escenarios.

3.3.1.1.1. *Split Order Picking y Complete Order Picking*

Dado que tanto el *complete order picking* y el *split order picking* son pertinentes según la teoría, es necesario definir criterios para poder aplicar el método que genere los mejores beneficios de acuerdo con las características del pedido.

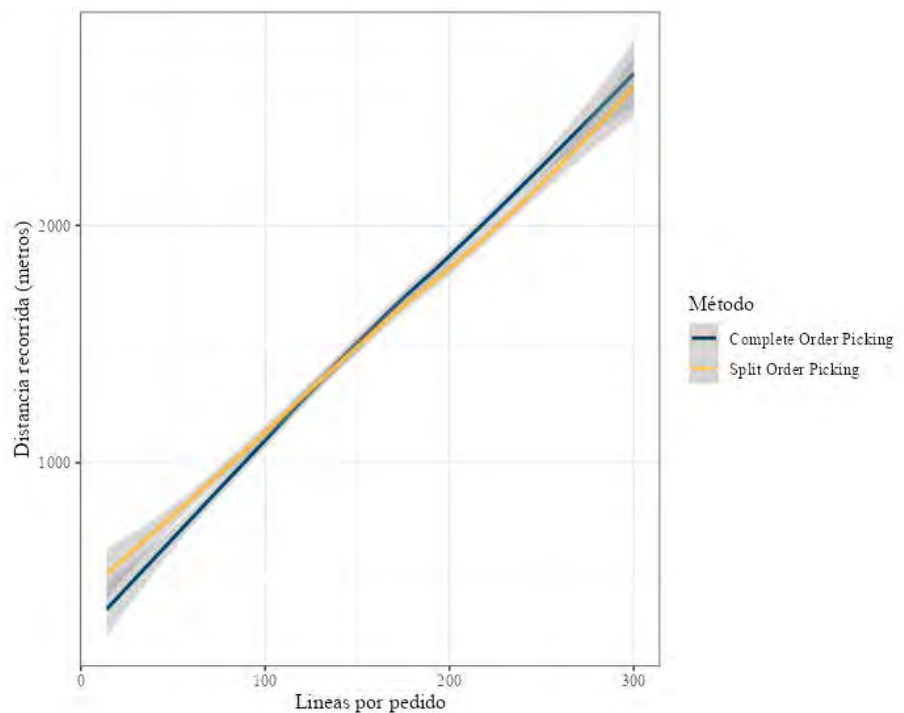
Para esto, se generan aleatoriamente 1000 pedidos, con líneas de 100 a 300 por pedido, basados en el comportamiento de pedidos de farmacia y proveeduría explicado en la sección 2.4.1. El propósito de esto es obtener un tamaño de muestra estadísticamente robusto, basándose en la Ley de los números grandes (Olaya et al., 2006), así como la variabilidad de los pedidos (Olaya et al., 2006). Para cada pedido, se simula el alisto utilizando tanto el método de *complete order picking* como el de *split order picking* para comparar sus distancias y tiempos.

Antes de simular, es importante tener en cuenta que la división de pedidos puede realizarse de diversas formas, como por pasillo, zona, etc., y estas elecciones tienen un impacto significativo en el rendimiento del método utilizado (Petersen, 2002). En el caso del ALDI, actualmente se utiliza la división por pasillos para los pedidos. Según Petersen (2002), esta estrategia es adecuada para los pedidos de gran tamaño, como los pedidos ordinarios. Por lo tanto, se llevarán a cabo las simulaciones manteniendo la división por pasillo.

En primer lugar, como se mencionó en la sección 2.3, la decisión de dividir los pedidos se basa en la teoría de que es más apropiado utilizar el método de *split order picking* en la farmacia debido a que, en promedio, tiene más líneas por pedido. Para comparar los resultados en función de la cantidad de líneas, se analizaron las distancias recorridas en los 1000 pedidos simulados utilizando ambos métodos, como se muestra en la Figura 40. En esta se observan las distancias recorridas, así como sus intervalos de confianza representados por el área gris.

Figura 40

Distancia recorrida en el alisto según el método de procesamiento por líneas de pedido



Se puede apreciar que, antes de alcanzar las 150 líneas por pedido, el uso de *split order picking* resulta en mayores distancias recorridas en comparación con el método de *complete order picking*. Sin embargo, una vez que se supera el umbral de las 150 líneas, la situación cambia y el método de *split order picking* genera distancias menores. Es importante tener en cuenta que esta afirmación solo es válida si se ignora la incertidumbre asociada a la línea de regresión. Es decir, al considerar el intervalo de confianza mostrado, se observa que no existe una diferencia significativa entre la aplicación de ambos métodos. Por lo que resulta relevante evaluar otros criterios para la selección de un método sobre otro.

Otro criterio para evaluar si dividir un pedido es la carga de trabajo entre alistadores (Ho y Lin, 2017). Esto dado que, si al dividir los pedidos se logra balancear la carga de trabajo, se pueden reducir la congestión o la inanición que tiene implicaciones en el rendimiento del *split order picking*. Por lo que, se procede a analizar el comportamiento en cuanto a distribución de productos entre bodegueros.

Para realizar este análisis se procede a generar aleatoriamente 1000 pedidos ordinarios. Se dividen los pedidos entre dos, tres y cuatro alistadores, con la condición que, cada pasillo sea alistado únicamente por un alistador a la vez, y se restan las distancias obtenidas a las resultantes al realizar el alisto del mismo pedido en un *complete order picking*, de modo que se pueda visualizar el ahorro o pérdida de aplicar cada metodología, todo esto variando la cantidad de líneas que se asigna la cada alistador y calculando la diferencia máxima entre este número. En la Tabla 20 se muestran el ahorro promedio para cada diferencia de carga de trabajo evaluada.

En primer lugar, se observa que, al dividir el pedido entre cuatro alistadores, nunca se logra obtener un ahorro

Tabla 20*Ahorro al dividir los pedidos según número de alistadores*

Diferencia entre cargas de trabajo	Ahorro en distancias al dividir pedidos		
	Tres alistadores	Dos alistadores	Cuatro alistadores
0 %	201,1	163,3	-37,2
20 %	190,3	149,0	-47,5
30 %	-105,2	128,7	-128,3
40 %	-39,3	125,2	-129,4
50 %	-93,5	25,0	-132,3
60 %	-241,7	12,0	-176,1
70 %	-292,7	3,4	-219,9
80 %	-277,9	-115,7	-251,9

positivo. Esto implica que siempre se generan distancias totales mayores en comparación con el método de *complete order picking*. Esto se debe a que, al dividir el pedido entre cuatro alistadores, la carga asignada a cada uno no alcanza un mínimo necesario para su procesamiento eficiente.

Por otro lado, se puede observar que a medida que aumenta la diferencia entre las cargas de trabajo, los ahorros disminuyen. Es decir, cuando se asigna la misma cantidad de productos a todos los alistadores (0 % de diferencia en las cargas de trabajo), se obtiene el mayor ahorro, sin importar la cantidad de bodegueros que estén realizando el alistamiento. Estos resultados coinciden con lo planteado por Ho y Lin (2017).

Finalmente, se destaca que dividir el pedido entre dos alistadores es la configuración que genera ahorros positivos para mayores diferencias en la carga de trabajo. Esto respalda la inferencia previa y conlleva a formular la hipótesis de que para que el método de *split order picking* sea beneficioso, se requiere que cada bodeguero tenga asignado un porcentaje mínimo de la carga total.

A modo de definir esa cantidad de carga mínima a alistar, se realiza el análisis de la Figura 41, en donde se compara la carga de trabajo entre dos bodegueros y las distancias que tendrían que recorrer. En esto se observa que las cargas de trabajo del 50 %-50 % al 70 %-30 % que el *split order picking* implica menores distancias de traslado que el *complete order picking*, y que superado este umbral del 70 %-30 % dividir el pedido resulta menos beneficioso. Por otro lado, se puede observar lo mencionado de que a medida en que se balancea la carga se disminuyen las distancias.

Esto en cuanto al analizar las distancias recorridas, pero según Le-Duc (2005) y Petersen (2002) el mayor beneficio de aplicar *split order picking* surge de la paralelización del trabajo, lo que resulta en reducciones en cuanto al tiempo de traslado necesario. Por lo que más allá de las distancias resulta fundamental analizar las diferencias en tiempo.

En la Figura 42 se puede observar que, indiferentemente de la cantidad de líneas, existe un claro beneficio en utilizar *split order picking*, pero se puede observar que a medida que aumenta la cantidad de líneas mayor es el beneficio de su aplicación.

Figura 41

Distancias de recorrido en el alisto según el método por líneas de pedido

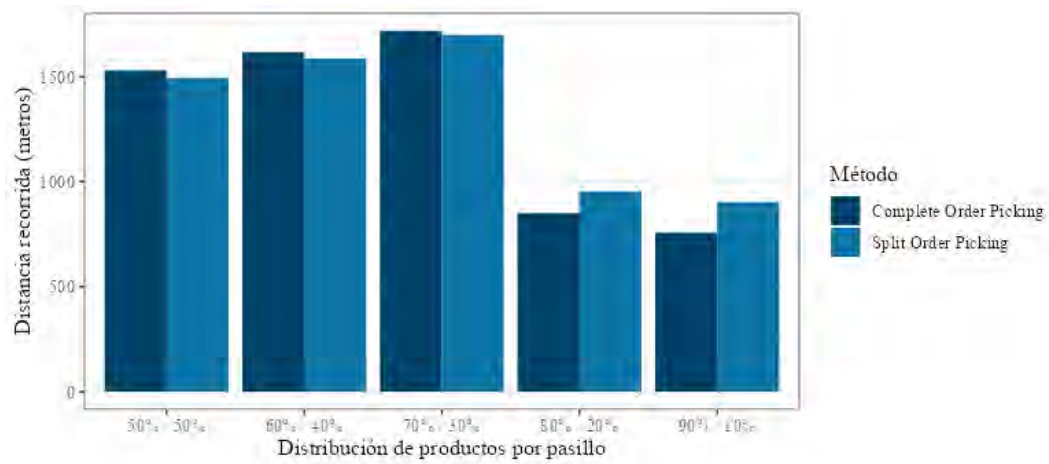
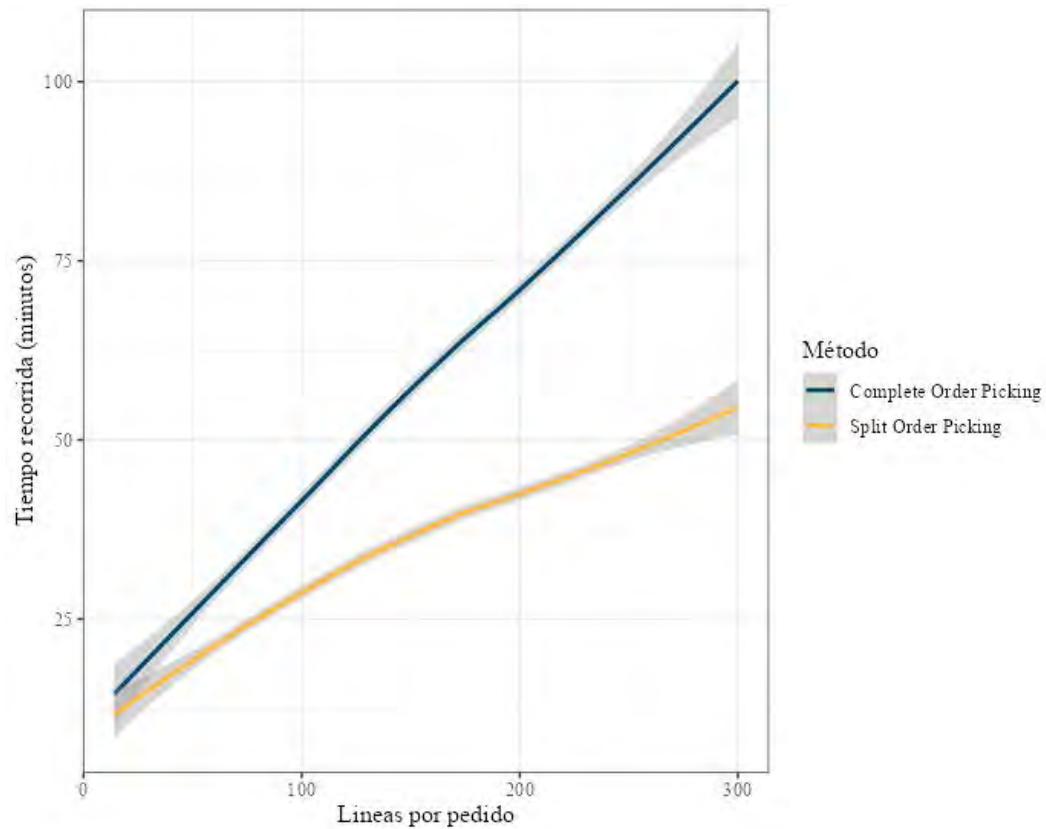


Figura 42

Tiempo de recorrido en el alisto según el método por líneas de pedido

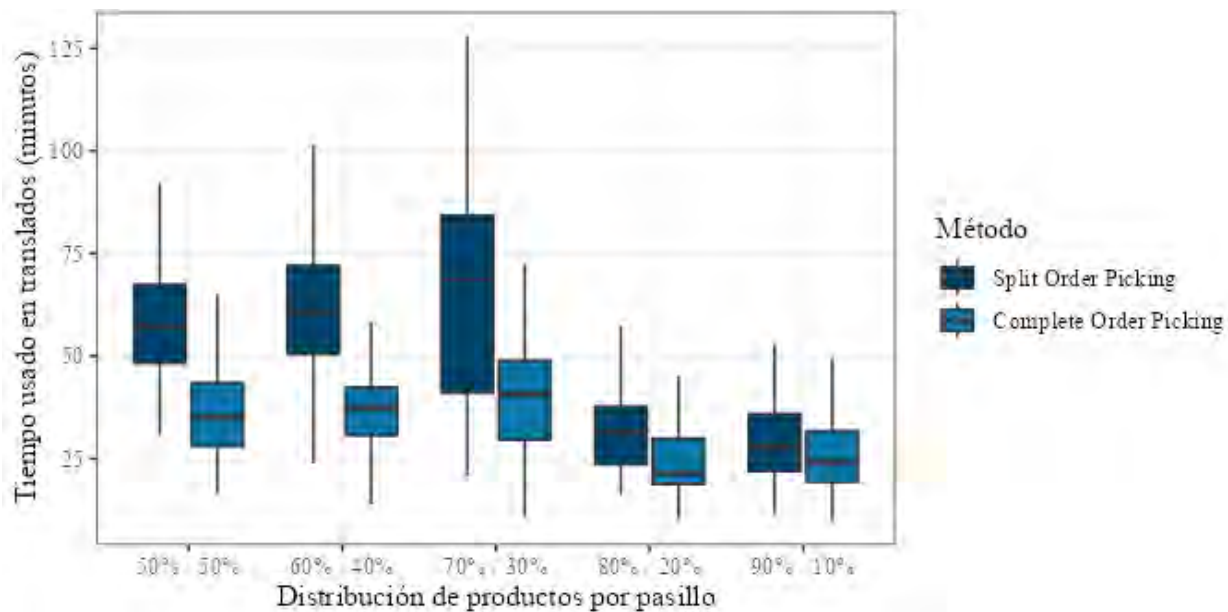


Por otro lado, analizando los tiempos por distribución de líneas de pedido por pasillo en la Figura 43, es posible observar un patrón similar al analizado por Ho y Lin (2017), donde se puede observar que para las

distribuciones 50 %-50 % y 60 %-40 % no hay traslape entre los rangos, y que el 75 % de los resultados de aplicar *split order picking* presentan tiempos menores que el 75 % de los resultados de aplicar *complete order picking*. Por otro lado, es posible observar que para distribuciones como 90 %-10 % donde existe un desbalance entre las cargas no hay una diferencia en cuanto a tiempos dada la variabilidad.

Figura 43

Tiempo de recorrido en el alisto según el método por líneas de pedido



De los análisis anteriores, se determina que *split order picking* debe ser aplicado cuando la carga de trabajo (productos entre pasillos) sea cercana al 50 %-50 %, con un límite de 70 %-30 %, es decir cuando exista un balance entre las cargas entre los alistadores, con la condición de que un mismo pasillo no sea alistado por más de un alistador. Dado que de esta forma se garantizaría beneficios mayores en cuanto a tiempo y distancia con respecto a *complete order picking*.

3.3.1.1.2. Batch Order Picking

En la sección 2.3 se demostró los beneficios de la utilización del *batch picking* sobre el *complete order picking*, pero también se mencionó la falta de métodos o criterios para su correcta implementación en extra-pedidos. Por lo que se procede a proponer una serie de reglas para la correcta aplicación de este método de procesamiento.

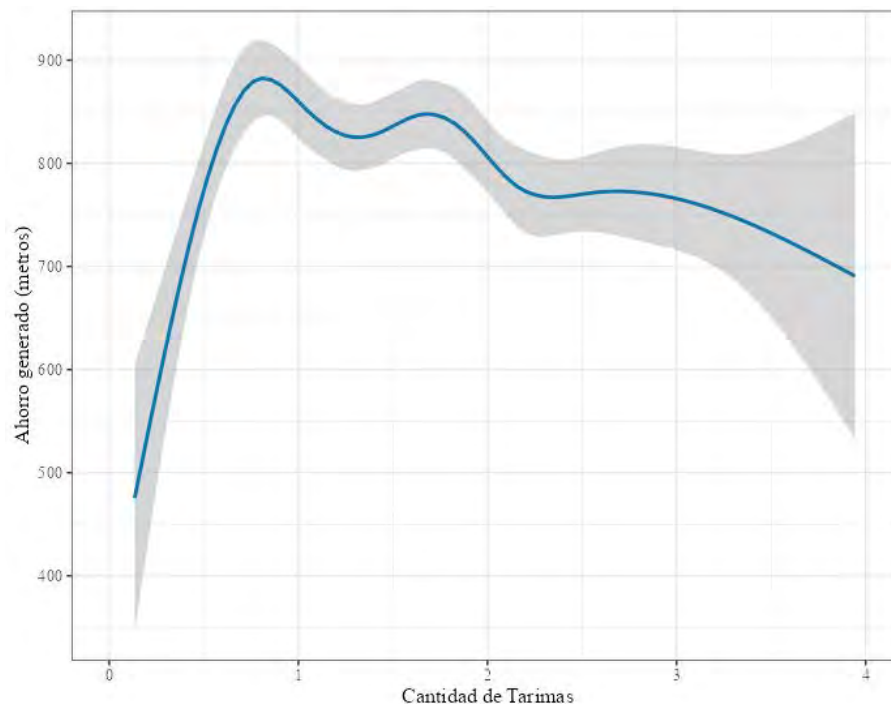
En primer lugar, se debe definir el tamaño adecuado de cada *batch*. Una consideración a tomar en cuanto al tamaño es que el número de pedidos, que es el factor que generalmente en la teoría se analiza para definir el tamaño de *batch* ((Saci, 2023) (Cergibozan y Tasan, 2019) (Le-Duc, 2005)), puede no resultar adecuado en el caso del ALDI, esto dado que un pedido puede contener de una a diez líneas con productos que poseen volúmenes y pesos que impidan ser alistados en conjunto, por lo que una misma cantidad de pedidos puede ser adecuado para un *batch* pero para otro no.

Por esta razón, se propone analizar el efecto de realizar *batch* en el cual, en lugar de agrupar por cantidad de pedidos, se agrupa por cantidad de productos y sus dimensiones. Para esto, una vez más se procede a utilizar la herramienta de simulación explicada en el Apéndice 7. Se realiza la simulación generando aleatoriamente 5000 pedidos, variando el número de líneas de una a diez, según el comportamiento de los extra-pedidos explicado en la sección 2.4.1. Para cada cinco pedidos, estos se simulaban siendo alistados utilizando diferentes tamaños de *batch* y se comparan.

En la Figura 44 se observan los resultados utilizando como métrica el ahorro en distancias con respecto a utilizar *complete order picking*. Se puede observar que conforme se acerca a la tarima completa, el ahorro se aumenta, sin embargo, una vez superado el umbral de la tarima completa, este empieza a disminuir. Por lo que se puede inferir, que el tamaño más adecuado para realizar un *batch* es de aproximadamente una tarima completa.

Figura 44

Ahorros en distancias recorridas por tamaño de tarima



El siguiente criterio es la construcción de lotes de pedidos, conocidos como *batch*. Existen varios métodos para llevarlo a cabo, como el orden de llegada, el orden de salida o el criterio de distancias. Sin embargo, el primer criterio puede descartarse, ya que los pedidos adicionales suelen solicitarse con al menos un día de anticipación, y la diferencia en la hora de llegada de los pedidos no es significativa. En cuanto al orden de salida, no suele estar predefinido, ya que son los centros médicos los encargados de recolectar los extra-pedidos. Por lo tanto, se opta por utilizar el tercer criterio, que según Aboelfotoh (2019), es el más adecuado para reducir distancias y aumentar la eficiencia del proceso de preparación de pedidos.

El criterio basado en distancias para la construcción de lotes presenta diversos enfoques, pero la mayoría

de ellos son computacionalmente exigentes, como el cálculo de distancias entre cada producto. Por lo tanto, resulta relevante considerar el enfoque propuesto por Aboelfotoh (2019), el cual consiste en agrupar los pedidos en función de la coincidencia de pasillos. Esto implica reducir la cantidad de pasillos que un operario de almacén debe recorrer, lo que a su vez disminuye la congestión y mejora la eficiencia del proceso.

De los análisis anteriores como propuesta se tienen dos criterios técnicos para la aplicación del *batch picking* en la línea de extra-pedidos. El primero de estos es que el tamaño del *batch* no debe de superar el de la tarima completa, dado que se garantizan los mayores ahorros en este tamaño. El segundo es que cada *batch* debe crearse considerando la coincidencia de pasillos entre pedidos, debido a que haciéndolo de esta manera se infiere que se generarán ahorros en distancias recorridas, así como reducción en la congestión de los pasillos.

3.3.1.2. Criterios de zonificación de los productos en el alisto

Como fue mencionado en la sección 2.3.1.5, el ALDI no aplica criterios de zonificación para los productos basados en índices de eficiencia y productividad, sino que el acomodo se realiza únicamente de acuerdo con la codificación de cada uno de estos en orden subsecuente a través de los pasillos de farmacia y proveeduría. Por lo tanto, se propone que en el almacén se implemente una política de acomodo basada en clases, utilizando el análisis ABC como método para la agrupación de los productos en tres clases: los ítems A son los que se consideran de alta relevancia (alrededor de 70 %-80 % de incidencia sobre los resultados), los B son ítems de relevancia moderada (aproximadamente 10 %-15 %) y C son artículos de baja relevancia (alrededor del 10 %-5 %) según el criterio definido y cual sea la proporción de cada uno de los artículos sobre el total de este.

El método ABC es una herramienta ampliamente utilizada en diferentes ámbitos para la clasificación de elementos en tres grupos según un criterio definido. Este método está basado en el principio de Pareto, el cual establece que, por lo general, la menor proporción de las variables conocidas serán responsables de la mayor proporción de los resultados obtenidos (Johansson y Bolton, 2021).

Al definir el ABC como método de agrupación de productos en clases. Se priorizaron los criterios, según lo evaluado en la sección 2.3.3.7 son:

- a. Popularidad: Cantidad de veces que un artículo es solicitado por unidad de tiempo. En el caso del ALDI, esto se obtendría a partir de totalizar cuantas visitas deben realizar los alistadores a un artículo según la cantidad de veces que este apareció en los pedidos.
- b. Peso: Consiste en el peso de los productos multiplicado por las dimensiones de estos. Este factor es considerado dentro del algoritmo de rutas propuesto, ya que influye en el orden a seguir para la conformación de la tarima.

Tomando en cuenta estos criterios, la clasificación de los artículos en clases se propone que sea realizada de la siguiente manera:

- a. AA: Artículos de alto peso y alta popularidad.
- b. AB: Artículos de alto peso y popularidad media.
- c. AC: Artículos de alto peso y baja popularidad.

- d. BA: Artículos de peso medio y alta popularidad.
- e. BB: Artículos de peso medio y popularidad media.
- f. BC: Artículos de peso medio y baja popularidad.
- g. CA: Artículos de peso bajo y alta popularidad.
- h. CB: Artículos de peso bajo y popularidad media.
- i. CC: Artículos de peso bajo y popularidad media.

Se procede a realizar esta clasificación para las secciones de farmacia y proveeduría del ALDI. Se propone mantener esta división de pasillos, al ser la que se mantiene en el sistema para diferenciar las bodegas contables y los productos en ellas. Por lo tanto, se mantienen los pasillos 1-4 como proveeduría y 5-8 como farmacia.

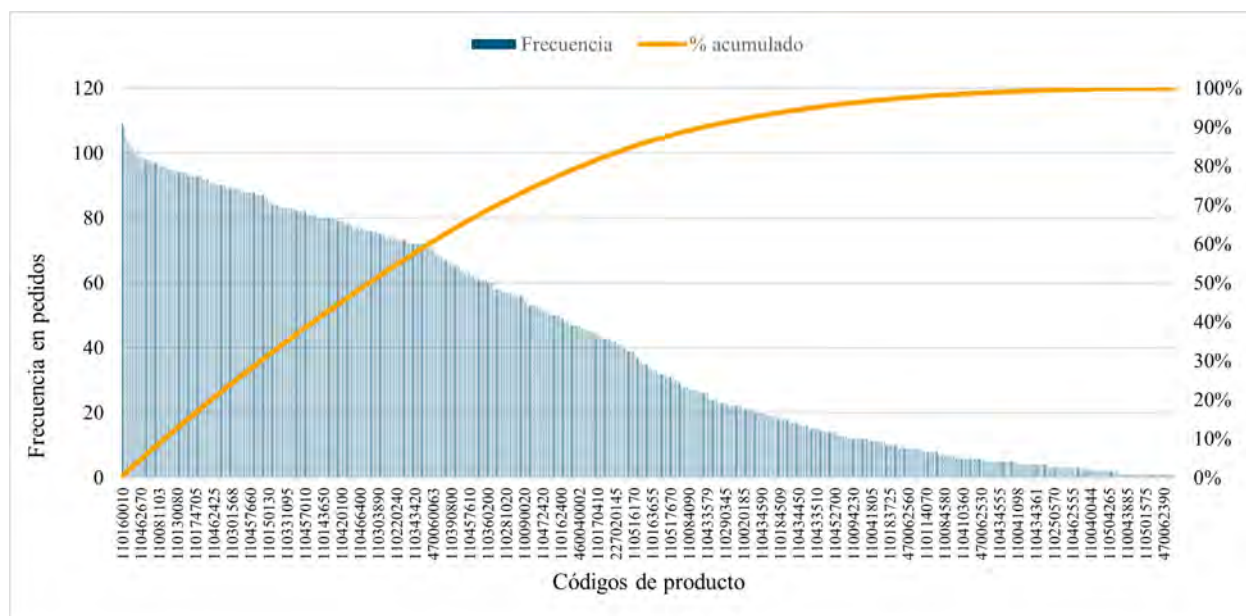
Sin embargo, el método ABC es aplicado solo tomando en cuenta el criterio de popularidad, o sea la frecuencia de los productos en los pedidos, debido a que actualmente no se tienen registradas las características en dimensiones, volumen o peso de los productos que son despachados a los centros médicos. Por lo tanto, la clasificación de los artículos en clases se realizará según el principio de Pareto, con la distribución de porcentajes sugerida por Smyk (2018) :

- a. A: Artículos de relevancia alta, a los cuales se les atribuye el 80 % de las visitas a las ubicaciones de *picking*.
- b. B: Artículos con relevancia moderada, relacionados con el 15 % de las visitas a las ubicaciones de *picking*.
- c. C: Artículos de menor relevancia, relacionados con el 5 % de las visitas a las ubicaciones de *picking*.

En el caso de farmacia, se presenta el diagrama de Pareto para la frecuencia de líneas de pedido por producto correspondientes al mes de abril 2022 en la Figura 45. Del análisis ABC, se obtiene que 253 artículos comprenden el 80 % de las solicitudes, estos artículos son clasificados como tipo A, ya que corresponden a la mayor parte de las transacciones en alisto del almacén. Por otro lado, los artículos tipo B son aquellos que representan 15 % de las solicitudes de alisto, alrededor de 129 artículos son clasificados en esta categoría. Por último, 195 artículos son clasificados en la categoría C, ya que influyen, en conjunto, solamente un 5 % a las líneas de pedido totales solicitadas en el mes. En el Anexo 8.1, se muestra la categorización de los productos de farmacia.

Figura 45

Diagrama de Pareto para la frecuencia de líneas de pedido por producto en la sección de farmacia



Nota: Basado en datos de ALDI (2023b) Indicador de pedido farmacia.

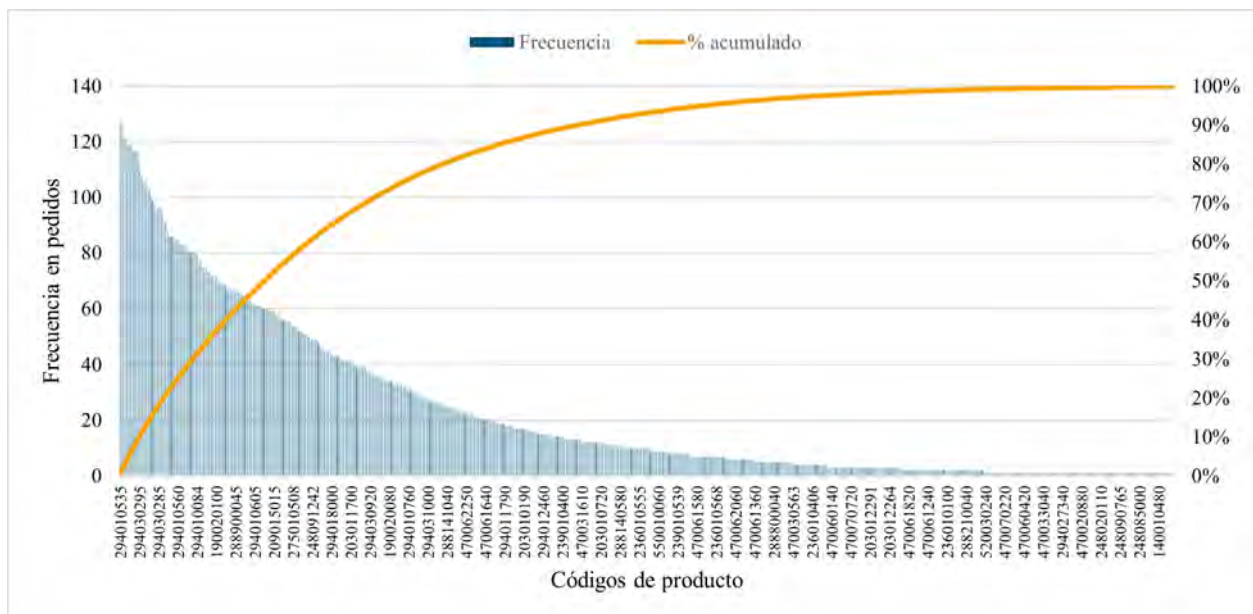
En el caso de proveeduría, se presenta el diagrama de Pareto para la frecuencia de líneas de pedido por producto en la Figura 46. De este, se obtiene que 185 productos (alrededor del 30 %) son responsables del 80 % de las solicitudes en líneas de pedido, por lo tanto, estos son clasificados como tipo A. Por otro lado, se clasifican 148 artículos como tipo B (24,54 % del total de productos de proveeduría) y, por último, 270 artículos (44,78 %) aportan en conjunto solamente un 5 % de las solicitudes en líneas de pedido, por lo tanto, son clasificados como tipo C. En el Anexo 8.2, se muestra la categorización de los 603 productos de proveeduría.

Al haber realizado el ABC por popularidad y dividir los productos por clases, se procede a realizar la propuesta del acomodo de estas en el almacén. En primer lugar, se define cómo se realizará el acomodo de estas en la zona de alisto. En el caso del ALDI, se propone implementar el acomodo entre pasillos, debido a que este permite maximizar la actividad de recolección en zonas accesibles, cercanas al punto de entrada y salida de los pasillos, para aquellos productos que son de mayor relevancia, de acuerdo con los criterios escogidos (Frazelle, 2018).

Sin embargo, se propone que, tanto en la zona de farmacia como la de proveeduría, se realice la división de los productos por tipo de bulto, osea que haya pasillos destinados para el alisto de tarima completa y otros para bultos fraccionados, ya que estos son alistados con equipos distintos que, al tener que manipular sus respectivos bultos juntos actualmente, provocan que se generen congestiones en los pasillos. Esto, de acuerdo con lo visto en la sección 2.3.3.7, en donde se identificó la necesidad de áreas separadas según el tipo de bulto, al tener una distribución de pedidos dividida entre bultos (69 % para farmacia y 40 % para

Figura 46

Diagrama de Pareto para la frecuencia de líneas de pedido por producto en la sección de proveeduría



Nota: Basado en datos de ALDI (2023c) Indicador de pedido proveeduría.

proveeduría) y tarimas completas (31 % para farmacia y 60 % para proveeduría).

A continuación, se detalla la zonificación propuesta según la zona de alisto.

3.3.1.2.1. Zonificación propuesta para la zona de farmacia

Al haber realizado el ABC, se procede a presentar la propuesta para el acomodo de las clases en el almacén según el tipo de acomodo escogido.

En la Tabla 21, se muestra la cantidad de productos clasificados en cada clase para la bodega de Farmacia, según el ABC realizado previamente.

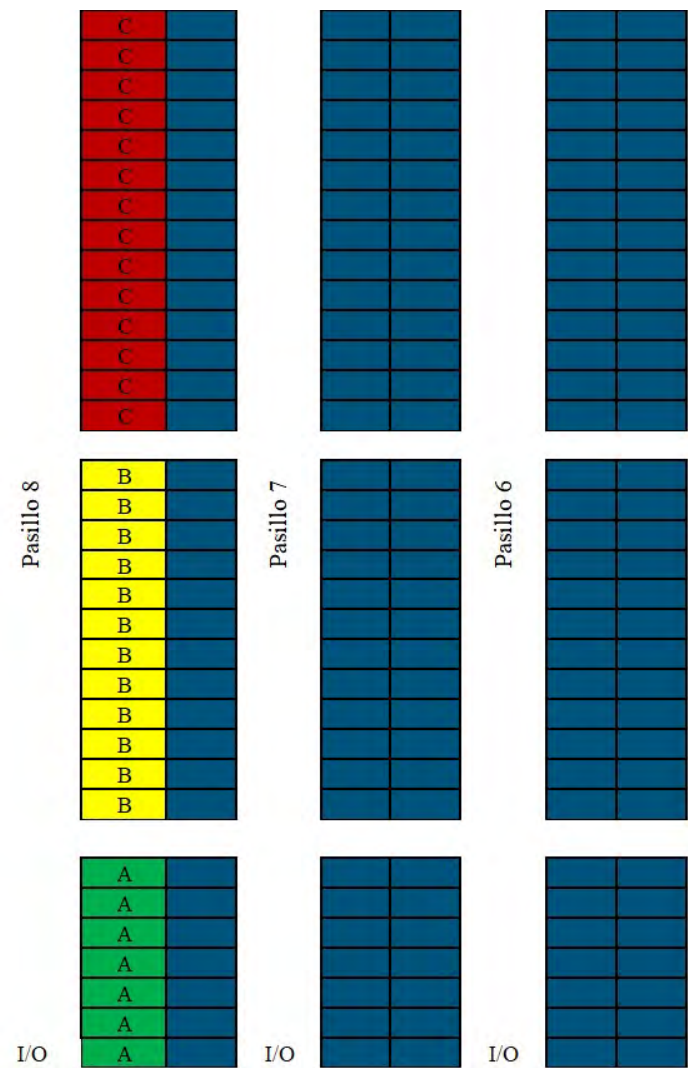
Tabla 21

Total de productos según familia y clasificación den la zona de farmacia

Bodega	Tipo		
	A	B	C
Farmacia	253	129	195

En el caso de las tarimas completas, se plantea que estas sean ubicadas a lo largo del pasillo 8, de acuerdo con su clasificación ABC, debido a que este se encuentra en un extremo del almacén, en donde las obstrucciones por los equipos utilizados para el manejo de tarimas completas son de menor grado que en los centrales. En la Figura 47 se muestra el acomodo de estas tarimas.

Figura 47
Acomodo de las tarimas completas de los productos de farmacia



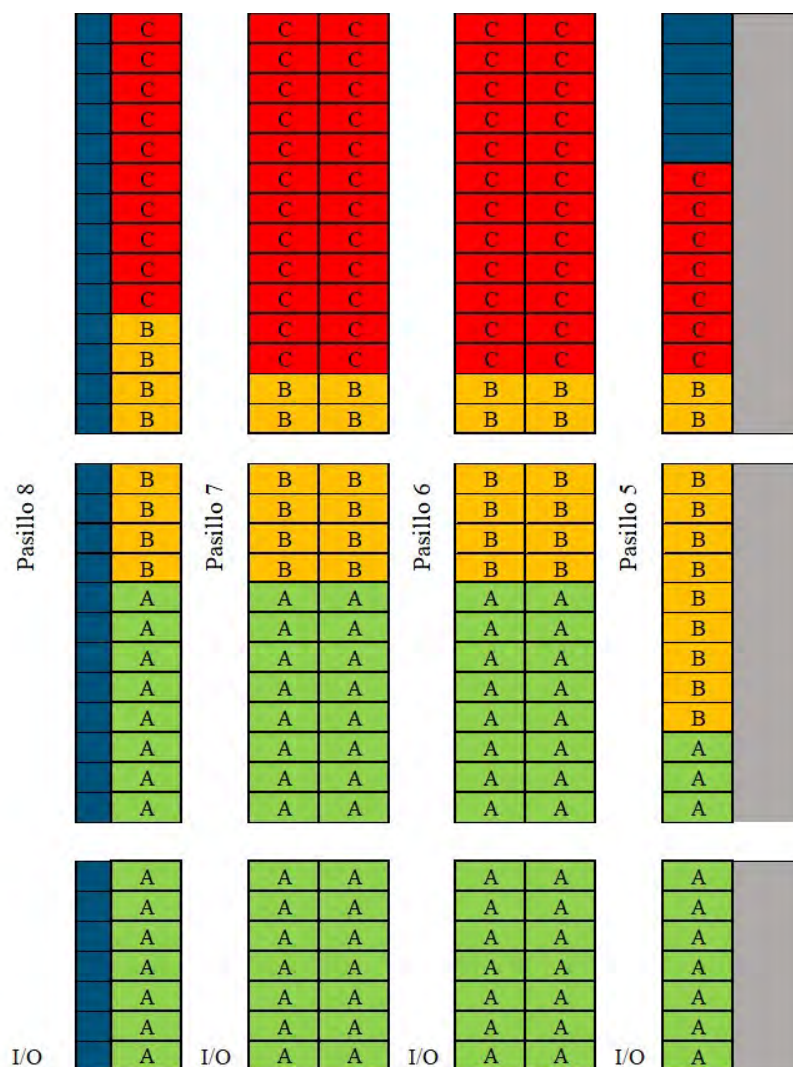
Es necesario mencionar que cada *rack* cuenta con 6 niveles de altura, así como 99 posiciones para tarimas a lo largo de los pasillos, por lo que, en el caso de tarimas completas de farmacia, se tiene una disponibilidad de 594 posiciones de tarimas. Estas se proponen que sean acomodadas según el acomodo y la clasificación propuesta, donde los productos más importantes (tipo A) son acomodados de forma más cercana al punto de entrada y salida del pasillo (I/O), mientras que los C, son localizados en el área trasera del pasillo.

Con lo que respecta a los bultos fraccionados, analizando la cantidad de productos por clasificación, según la relevancia de estos en el ABC (detallado en la Tabla 21), el tipo de acomodo elegido y las posiciones

disponibles en los *racks* de los pasillos 5 al 7, se propone el acomodo mostrado en la Figura 48.

Figura 48

Acomodo de los bultos fraccionados de los productos de farmacia



Cómo se observa en la Figura 48, se procura que los productos A sean colocados en las posiciones más cercanas a los puntos de entrada y salida (I/O), los productos B en posiciones intermedias y los tipos C en zonas traseras de los pasillos, teniendo en cuenta que los productos de mayor popularidad y peso sean colocados cerca de los puntos I/O, para mayor facilidad en su manejo.

3.3.1.2.2. Zonificación propuesta para la zona de proveeduría

En la Tabla 22, se muestra la cantidad de productos clasificados en cada clase, según el ABC realizado previamente.

Tabla 22

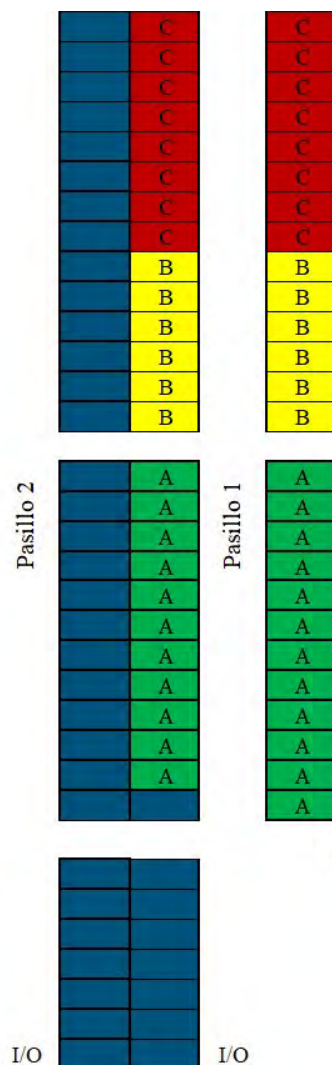
Total de productos según familia y clasificación de la zona de proveeduría

Bodega	Tipo		
	A	B	C
Proveeduría	185	148	270

En el caso de las tarimas completas, se plantea que estas sean ubicadas en el pasillo 1, de acuerdo con su clasificación ABC, como se muestra en la Figura 49.

Figura 49

Acomodo de las tarimas completas de los productos de proveeduría



En el caso de tarimas completas de proveeduría, se tiene una disponibilidad de 633 posiciones de tarimas. Estas se proponen que sean acomodadas según el acomodo y la clasificación propuesta, tomando en cuenta

los criterios tanto de popularidad como de peso , donde los productos más importantes (tipo A) son acomodados de forma más cercana al punto de entrada y salida del pasillo 1 (I/O), mientras que los C, son localizados en el área trasera del pasillo.

Con lo que respecta a los bultos fraccionados, analizando la cantidad de productos por clasificación, según la relevancia de estos en el ABC (detallado en la Tabla 22), el tipo de acomodo elegido y las posiciones disponibles en los *racks* de los pasillos 1 al 4, se propone el acomodo mostrado en la Figura 50.

Figura 50
Acomodo de los bultos fraccionados de los productos de proveeduría

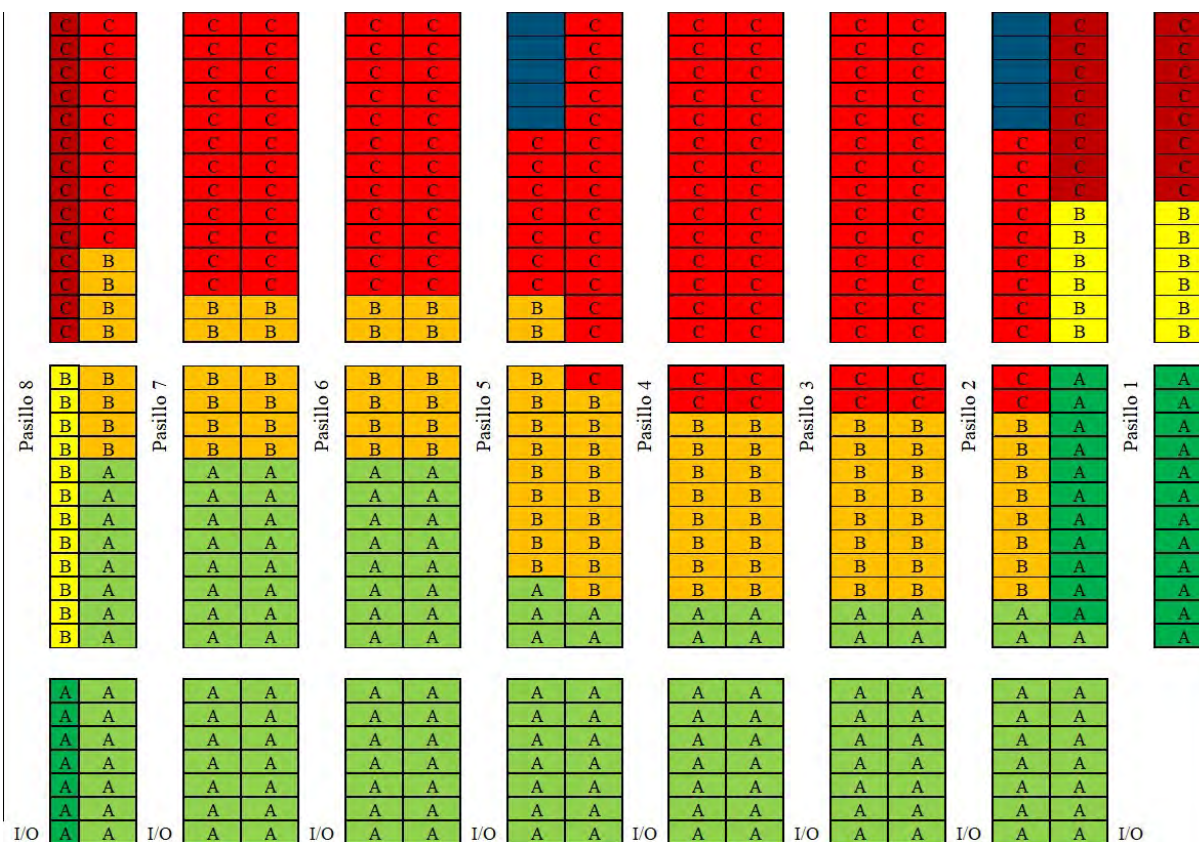


Cómo se observa en la Figura 50, se procura mantener a los productos de mayor popularidad y volumen cercanos a los puntos de salida de los pasillos, mientras que los de menor relevancia (tipo C) son colocados en las secciones traseras.

Finalmente, se presenta el diagrama completo de la zona de alisto, que incluye la propuesta de zonificación para las áreas de farmacia y proveeduría, representado en la Figura 51. Este esquema proporciona una visión integral de la organización de la zona de alisto.

Figura 51

Zonificación propuesta para la zona de alisto del ALDI

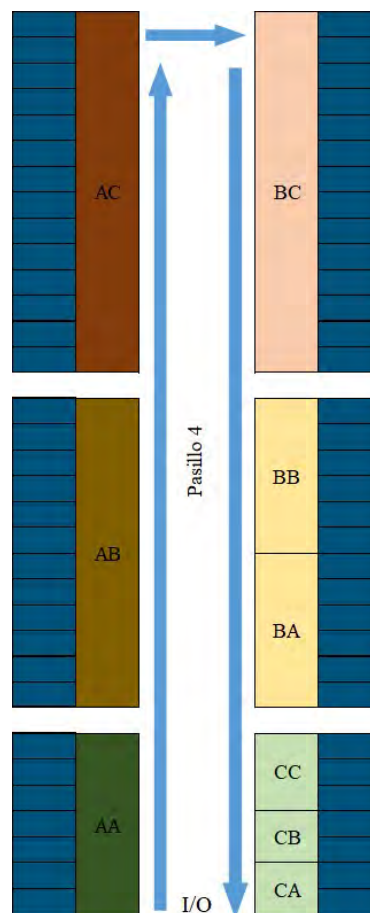


Cuando se registren los pesos de los productos despachados en ALDI, se sugiere que la zonificación entre los pasillos se realice siguiendo el esquema representado en la Figura 52. A modo de ilustración, consideremos la disposición de las categorías de productos en el pasillo 4 como ejemplo. Esta estrategia de organización basada en el peso y la popularidad de los productos contribuiría a una distribución más eficiente y a una experiencia de compra más conveniente para nuestros clientes.

Según lo que se puede observar en la Figura 52, se propone que de los productos de mayor peso y popularidad se ubiquen en zonas de mayor cercanía a los puntos de salida, siguiendo con los productos de peso medio y por último los de peso bajo con baja popularidad. Asimismo, por medio de la señalización, se muestra el recorrido que el alistador sigue para la conformación de la tarima bajo esta propuesta, el cual es en forma de U, empezando desde la zona izquierda con los productos más pesados y populares, finalizando con los productos más livianos y menos visitados para así salir del pasillo en el punto I/O. Este acomodo propicia la disminución en la cantidad de devoluciones entre posiciones de producto al alistar la tarima por cuestiones de peso, así como la reducción en distancias recorridas.

Figura 52

Ejemplo de zonificación propuesta incluyendo el peso



3.3.1.2.3. Criterios para la asignación de ubicaciones dentro de las clases

La asignación de ubicaciones en el almacén, también conocida como *slotting*, consiste en distribuir de manera inteligente los artículos en los espacios disponibles (conocidos como *slots*) con el objetivo de minimizar los tiempos de desplazamiento y optimizar el uso del espacio (Duque Jaramillo et al., 2019)(Viveros, González, Mena, Kristjanpoller, y Robledo, 2021). En esta sección, se presenta una propuesta de herramienta para aplicar adecuadamente la asignación de ubicaciones, teniendo en cuenta las características específicas de este almacén.

La herramienta se adapta de la propuesta realizada por Viveros et al. (2021), quienes utilizaron programación matemática para determinar la mejor posición de cada producto, considerando la distancia mínima recorrida para el alistado de los pedidos. Específicamente, se emplea la programación lineal entera (PLE), un algoritmo de solución exacta que optimiza problemas con restricciones lineales y variables discretas (Mateo y Lahoz, 2009). En este caso, se emplean variables binarias, es decir que toman valores de 1 o 0, siendo este enfoque ampliamente utilizado en la asignación de recursos.

Primeramente, se presenta la notación correspondiente al modelo en la Tabla 23:

Tabla 23*Notación del modelo propuesto de asignación de ubicaciones*

Modelo	Notación	Descripción
Índices	i	Productos a asignar $i \in \{1, \dots, I\}$.
	j	Posición o puesto a asignar $j \in \{1, \dots, J\}$.
	t	Clases definidas en zonificación $t \in \{1, \dots, T\}$.
Parámetros	W_i	Peso del producto i .
	d_j	Distancia entre la posición j ¹ .
	$clase_producto_{i,t}$	Toma el valor de 1 en el caso de que el producto i corresponda a la clase t .
	$clase_puesto_{j,t-producto_{i,t}}$	Toma el valor de 1 en el caso de que el puesto o posición j corresponda a la clase t .
Variables de decisión	X_{ij}	Variable binaria que toma el valor de 1 cuando el producto i se asigna en la posición j .

¹ Las distancias corresponden a las distancias de recorrido, tal cómo se explica en el Apéndice 7.

A continuación, se presenta el modelo propuesto:

$$\sum_i^I \sum_j^J d_j * X_{ij} * W_i \quad (10)$$

$$\sum_j^J X_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (11)$$

$$\sum_i^I X_{ij} \leq 1 \quad \forall j \quad (12)$$

$$\sum_i^I \sum_t^T X_{ij} * clase_producto_{i,t} * clase_puesto_{j,t} = 1 \quad \forall j \quad (13)$$

$$X_{ij} \in \{1, 0\} \quad (14)$$

La ecuación 10 representa la función objetivo, la cual tiene como objetivo principal posicionar los productos más pesados cerca de las zonas de despacho y minimizar las distancias de alisto. Esto implica que los productos más pesados se ubicarán al principio del pasillo. Esta formulación difiere de la propuesta presentada por Viveros et al. (2021), ya que en su caso no se consideraba el peso de los productos en la asignación de ubicaciones.

La ecuación 11 impone la restricción de que todos los productos deben ser asignados a una ubicación. Por otro lado, la ecuación 12 asegura que solo puede haber un producto asignado a cada ubicación, evitando duplicidades.

La ecuación 13 restringe la asignación de los productos a las zonas designadas para su clase específica. Esto garantiza que los productos solo sean asignados en su clase correspondiente.

Finalmente, la ecuación 14 define el dominio de la variable de decisión, la cual en este caso es una variable binaria que toma valores de 0 o 1 para indicar la presencia o ausencia de un producto en una ubicación.

A modo de facilitar la utilización del algoritmo propuesto, se procede a diseñar una aplicación web, que funcione de interfaz de usuario del algoritmo. En el Apéndice 12 se adjunta el manual de usuario de esta.

3.3.1.3. Tipo de alisto

En la sección 2.3.3 se estableció que el tipo de alisto utilizado por el ALDI actualmente, el cual se basa en listas de pedido que son recolectadas mediante la utilización de *hand held*, es adecuada según sus operaciones de alisto. Sin embargo, el formato que el sistema usa para enviar las listas de pedido a los alistadores no lo es.

Debido a esto a continuación se proponen los requerimientos funcionales, referentes a los requisitos que un sistema debe proporcionar (Mart y Encinas, 2019), para el sistema SIGES, relacionados específicamente con la recolección de pedidos:

- a. El sistema debe registrar, modificar y eliminar las características de los productos almacenados de tal forma que se contengan los siguientes elementos: código de artículo, descripción de artículo, código de bodega, unidad de solicitud, unidad de alisto, cantidad de unidades de alisto por tarima, peso por unidad de alisto, volumen por unidad de alisto, peso por unidad de alisto, código de la ubicación en el estante y código del proveedor.
- b. El sistema debe generar un reporte de productos almacenados que contenga los siguientes elementos en el encabezado: Título “Listado de productos”, fecha de emisión del reporte. El contenido del reporte debe tener los siguientes elementos: código de artículo, descripción de artículo, código de bodega, unidad de solicitud, unidad de alisto, cantidad de unidades de alisto por tarima, peso por unidad de alisto, volumen por unidad de alisto, peso por unidad de alisto, código de la ubicación en el estante y código del proveedor.
- c. Para cada línea de pedido el sistema debe de convertir las unidades solicitadas por el centro de salud a unidades de alisto, las cuales corresponden a la cantidad mínima de fraccionamiento del empaque del artículo.
- d. El sistema debe agregar la condición de despacho “6-0 Cero abastecimiento.” a las líneas de pedido que se encuentran desabastecidas, así como debe excluir estas líneas de la solicitud de pedido.
- e. El sistema debe generar un reporte por pedido de las líneas con la condición de despacho “6-0” que contenga los siguientes elementos en el encabezado: título “Mercaderías en desabastecimiento”, unidad programática que solicita, código de bodega. El contenido del reporte debe tener los siguientes elementos: código del artículo desabastecido, descripción del artículo, unidades solicitadas.

- f. El sistema debe permitir la carga y agrupación de varios documentos de pedido por centro médico que sean compartidos en un mismo formato.
- g. El sistema debe permitir subir documentos de pedido procesados y convertirlos al formato de alisto de pedidos. Este formato del sistema debe contener los siguientes atributos en el encabezado: título “Pedido a alistar”, código del documento a alistar, código del documento de solicitud de pedido, tipo de pedido, código de unidad programática, nombre de la unidad programática, código de bodega, descripción de la bodega, fecha de solicitud, fecha de emisión del reporte. En el contenido se deben incluir los siguientes elementos para cada línea de pedido: código del artículo, descripción del artículo, código de unidad programática (opcional, aplica para lotes de extra-pedidos), cantidad de unidades a alistar, unidad a alistar, cantidad de unidades despachadas, número de tarima, condición de despacho.
- h. El sistema debe permitir registrar, modificar o eliminar condiciones de despacho para toda línea de pedido.
- i. El sistema debe permitir la edición de la cantidad de producto disponible por lote, en el caso de que se deban hacer ajustes por errores identificados en la linearidad del inventario.
- j. El sistema debe permitir que se ingrese la cantidad de tarimas y cajas de varios alistadas por pedido.
- k. El sistema debe generar un reporte de los pedidos asignados semanalmente que contenga los siguientes elementos: Título “Indicador de pedidos asignados”, código de unidad programática, descripción de unidad programática, código de bodega, fecha de asignación al alistador, código del alistador, nombre del alistador, código del documento a alistar, código del documento de solicitud de pedido, tipo de pedido, fecha de finalización del pedido, tarimas alistadas.

3.3.1.4. Asignación de recursos

A continuación, se detalla la asignación de recursos propuestas, tanto para el personal relacionado con el alisto como los equipos utilizados en este.

3.3.1.4.1. Asignación de personal

Según el Manual de Puestos de la Caja Costarricense de Seguro Social todos los bodegueros que laboran en el ALDI ya sean alistadores, pantografistas, entre otros, se clasifican dentro del rol general de "bodeguero", cuyas funciones son mencionadas en el Apéndice 3 y abarcan desde revisión de mercadería entrante hasta el alisto de mercancía.

Debido a esto, se propone que, en el Manual de Puestos de la CCSS, se distingan los distintos roles presentes dentro del puesto de bodeguero, quienes, en el caso del alisto, deben ser el alistador y el pantografista, adjuntando a cada uno de estos el alcance en las funciones que debe realizar en su jornada laboral.

En el caso del alistador de pedidos (farmacia, proveeduría y extra-pedidos) las funciones a destacar para este rol en el manual deben ser:

- a. Preparar, empacar y rotular los pedidos de mercadería solicitadas, así como colaborar con sus superiores en el chequeo de las solicitudes alistadas de acuerdo con la unidad a la que pertenece.
- b. Participar en la realización de inventarios físicos parciales y generales de la mercadería presente en la

bodega y presentar los informes respectivos.

- c. Participar en tareas de inspección de los pedidos alistados, antes de que estos sean trasladados a las zonas de despacho.
- d. Mantener, actualizar y registrar los tarjeteros, con el fin de determinar los niveles de existencia, fecha de vencimiento de productos y otros.
- e. Informar a los superiores sobre anomalías detectadas en el alisto, ya sea con los productos, los equipos utilizados, entre otros.
- f. Informar a los compañeros pantografistas cuando las zonas de alisto se encuentran desabastecidas.
- g. Notificar los resultados de alisto (cantidad de tarimas alistadas y cajas de varios alistadas por pedido) para su registro en los documentos de indicadores de pedido.

En el caso del pantografista, el equipo a utilizar por este serían los pantógrafos y se deben incluir dentro de sus principales funciones:

- a. Operar montacargas dentro de las instalaciones de la unidad a la que pertenece para la carga, descarga y acomodo de la mercadería.
- b. Abastecer zonas de almacenamiento con la mercadería entrante.
- c. Monitorear abastecimiento de producto en zonas de alisto.
- d. Abastecer las zonas de alisto desde los niveles de almacenamiento en caso de que estas se encuentren desabastecidas.
- e. Alistar tarimas completas desde las zonas de almacenamiento.
- f. Notificar datos de alisto de tarimas completas para su registro en los documentos de indicadores de pedido.
- g. Participar en la realización de inventarios físicos parciales y generales de la mercadería presente en la bodega y presentar los informes respectivos.
- h. Mantener, actualizar y registrar los tarjeteros, con el fin de determinar los niveles de existencia, fecha de vencimiento de productos y otros en las zonas de almacenamiento.
- i. Informar a los superiores sobre anomalías detectadas en el abastecimiento o alisto de tarimas completas.

3.3.1.4.2. Asignación de equipo

Cómo fue descrito en la sección 2.3.3.5, la asignación de los equipos (carretillas hidráulicas y eléctricas) se realiza de forma empírica a los alistadores según el pedido entrante.

Tomando en consideración que el ALDI cuenta con una cantidad limitada de equipos eléctricos y, de acuerdo con los resultados presentados en la sección 2.3.3.5, la asignación de estos se debe dar de manera prioritaria a los pedidos o subpedidos (en el caso de que se realice *split order picking*) que, al haber sido agrupados y asignados a un bodeguero, tengan la mayor cantidad de tarimas totales a alistar en un período determinado,

excluyendo aquellas tarimas completas que son asignadas al pantógrafo para el alisto.

En el caso de los extra-pedidos estos solo se deben trabajar con carretillas hidráulicas al presentar volúmenes de alisto menores a una tarima.

3.3.2. Proceso de asignación de pedidos

La asignación de pedidos figura como una tarea en el flujo de proceso actual de alisto de pedidos en el ALDI, según se muestra en el cursograma de la Figura 4.

Como resultado de la sección 2.3.1.2, se reconoce que la asignación de los pedidos está incorrectamente identificada como una tarea, por lo cual en esta sección se procede al diseño del proceso de asignación de pedidos por medio de una ficha descriptiva de este, el cursograma analítico, un instructivo y el registro requerido para llevar a cabo el mismo. Los resultados se presentan en las siguientes secciones.

3.3.2.1. *Ficha descriptiva del proceso de asignación de pedidos y el cursograma analítico*

En primer lugar, como parte del diseño de este nuevo proceso en el almacén, se presenta la ficha descriptiva del mismo para los pedidos ordinarios mensuales de las líneas de farmacia y proveeduría en la Figura 53, así como el proceso desarrollado para la asignación de los extra-pedidos en la Figura 54. La ficha es un documento que permite representar las características relevantes de un proceso para apoyar su gestión al integrar la información, su objetivo principal es recoger de manera organizada los elementos fundamentales que describen e identifican al proceso para su análisis, rediseño y mejora continua (Morales Rodríguez et al., 2017).

Dadas las diferencias establecidas en la sección 3.3.1.1, referente al método de procesamiento de los extra-pedidos con respecto a los pedidos ordinarios mensuales, se plantean dos procesos distintos, uno para cada línea de alisto, se presentan ambos en la Figura 55 y en la Figura 56, respectivamente. Como se observa en ambos flujos de proceso, los mismos no permiten la asignación de más de un bodeguero a un mismo pedido, esto es diseñado de esta manera debido a que, según se demuestra en la sección 2.3.3.4, la duración de la preparación de los pedidos no se ve mejorada significativamente por un aumento en la cantidad de alistadores por pedido. Además, en la actividad de procesamiento de pedidos de ambos procesos, los programas de agrupación de pedidos y de optimización de rutas señalados como herramientas, permiten que las solicitudes de pedidos a alistar sean analizadas y permitan separar aquello que se puede preparar en tarimas completas de la recolección de bultos para asignarlas a los pantografistas, redefiniendo así la responsabilidad de este rol para incluir el alistado de pedidos dentro de sus principales funciones. De esta manera, se mejora la gestión de recursos disponibles en el almacén.

Figura 53

Ficha descriptiva del proceso de asignación de pedidos ordinarios mensuales

FICHA DESCRIPTIVA DE PROCESO				
 Gerencia Logística Dirección de Aprovisionamiento de Bienes y Servicios Área de Almacenamiento y Distribución		Proceso: Asignación de pedidos		Código del documento: ALDI-01 Versión: 01 Página 1 de 1
Emitido por:		Responsable: Jefe/subjefe de unidad administrativa.		Sigue norma ISO 9001
Procesos Anteriores:		Procesos Posteriores:		Procesos Relacionados:
Proceso de recepción de pedidos.		Proceso de alisto de pedidos ordinarios mensuales.		Proceso de acomodo. Proceso de re-abastecimiento de la zona de alisto.
Objetivo del proceso				
Asignar los pedidos ordinarios mensuales recibidos de los centros de salud a los alistadores para que sean preparados ordenadamente según su fecha de entrega.				
Alcance del Proceso				
Inicio:			Final:	
Solicitud de alisto del pedido de uno o más centros de salud para una fecha establecida.			Publicación de la asignación de los pedidos a los alistadores, en la pizarra informativa.	
Frecuencia del Proceso:				
Semanal.				
SIPOC				
Proveedores:	Entradas:	Procesos:	Salidas:	Clientes:
- Proceso de acomodo. - Proceso de re-abastecimiento de inventario. - Proceso de recepción de pedidos.	- Documentos de solicitud de pedidos. - Cronograma de aliste de pedidos. - Cantidad de alistadores.	- Procesamiento de pedidos. - Asignación de pedidos de tarima completa. - Asignación de sub-pedidos. - Asignación de pedidos completos.	Pedidos asignados a cada alistador.	Proceso de alisto de pedidos ordinarios mensuales.
Controles a las entradas:		Controles internos:		Controles a los resultados:
Revisión y análisis de los documentos a asignar por medio del programa para la optimización de rutas de pedidos.		- Confirmación de los pedidos asignados. - Reporte de asignación de pedidos. - ALDI-05 Instructivo del proceso de asignación de pedidos.		Publicación de los pedidos asignados en el Reporte de asignación de pedidos en la pantalla informativa del ALDI.
Documentación relacionada:		Registros generados:		
- Documentos de solicitud de pedidos. - Cronograma de aliste de pedidos.		- Indicador de pedidos actualizado. - Reporte de asignación de pedidos (digital).		
Plazo de conservación de los registros:		Cinco años de conservación		
Riesgos y oportunidades:		Planes para tratarlos:		
Aplicación incorrecta del proceso.		Capacitación y entrenamiento programadas en el proceso diseñado, así como para sus actualizaciones.		
Diagrama de flujo del proceso				
Ver cursograma analítico ALDI-03 Diagrama de flujo de proceso de asignación de pedidos ordinarios mensuales.				
Indicadores del proceso				
Indicador:	Módulo de cálculo:		Frecuencia de cálculo:	
% de tiempo ocioso por falta de asignación de pedidos.	$\frac{\sum \text{horas semanales sin pedido asignado}}{35 \text{ horas semanales}} \times 100$		Semanal.	
Objetivos de calidad del proceso				
Objetivo:	Plazo:	Plan de acción:		
Disminuir los tiempos ociosos de los bodegueros por falta de asignación de pedidos en un 100%.	1 año.	- Aprobación de la documentación correspondiente. - Entrenamiento a la jefatura y a los alistadores en el proceso.		
Glosario:	- SIGES: Sistema de Información Gestión de Suministros. - Documento de pedido a alistar: el documento a alistar corresponde al resultante una vez los documentos de solicitud de pedidos han sido procesados por medio del programa de agrupación de pedidos y el programa para la optimización de rutas de pedidos. Por ende estos pueden corresponder a los siguientes cuatro tipos de resultados: pedidos de tarima completa, pedidos divididos (o sub-pedidos), pedidos completos o lotes de extra-pedidos.			
Elaborado por:	Unidad:	Firma:		
Equipo de TFG del Rediseño del sistema de alisto del ALDI de la CCSS.	N/A.	N/A.		
Revisado por:	Unidad:	Firma:		
Pamela Molina Masís.	Área de Almacenamiento y Distribución. Gerencia logística.			
Aprobado por:	Unidad:	Firma:		

Figura 54

Ficha descriptiva del proceso de asignación de extra-pedidos

FICHA DESCRIPTIVA DE PROCESO				
 Gerencia Logística Dirección de Aprovisionamiento de Bienes y Servicios Área de Almacenamiento y Distribución		Proceso: Asignación de pedidos		Código del documento: ALDI-02 Versión: 01 Página 1 de 1
Emitido por:		Responsable: Jefe/subjefe de unidad administrativa.		Sigue norma ISO 9001
Procesos Anteriores:		Procesos Posteriores:		Procesos Relacionados:
Proceso de recepción de pedidos.		Proceso de alisto de extra-pedidos.		Proceso de acomodo. Proceso de re-abastecimiento de la zona de alisto.
Objetivo del proceso				
Asignar los extra-pedidos recibidos diariamente de los centros de salud a los alistadores para que sean preparados ordenadamente según su fecha de entrega.				
Alcance del Proceso				
Inicio:			Final:	
Solicitud de alisto de extra-pedidos por parte de uno o más centros de salud para una fecha establecida.			Publicación de la asignación de los extra-pedidos a los alistadores, en la pizarra informativa.	
Frecuencia del Proceso:				
Diaria.				
SIPOC				
Proveedores:	Entradas:	Procesos:	Salidas:	Clientes:
- Proceso de acomodo. - Proceso de re-abastecimiento de inventario. - Proceso de recepción de pedidos.	- Documentos de solicitud de pedidos. - Cronograma de aliste de pedidos. - Cantidad de alistadores.	- Procesamiento de extra-pedidos. - Asignación de pedidos de tarima completa. - Asignación de sub-pedidos. - Asignación de pedidos completos.	Extra-pedidos asignados a cada alistador.	Proceso de alisto de extra-pedidos.
Controles a las entradas:		Controles internos:		Controles a los resultados:
Revisión y análisis de los documentos a asignar por medio de los programas de agrupación de pedidos y de optimización de rutas de pedidos.		- Confirmación de los pedidos asignados. - Reporte de asignación de pedidos. - ALDI-05 Instructivo del proceso de asignación de pedidos.		Publicación de los pedidos asignados en el Reporte de asignación de pedidos en la pantalla informativa del ALDI.
Documentación relacionada:		Registros generados:		
Documentos de solicitud de extra-pedidos.		- Indicador de pedidos actualizado. - Reporte de asignación de pedidos (digital).		
Plazo de conservación de los registros:		Cinco años de conservación		
Riesgos y oportunidades:		Planes para tratarlos:		
Aplicación incorrecta del proceso.		Capacitación y entrenamiento programadas en el proceso diseñado, así como para sus actualizaciones.		
Diagrama de flujo del proceso				
Ver cursograma analítico ALDI-04 Diagrama de flujo de proceso de asignación de extra-pedidos.				
Indicadores del proceso				
Indicador:	Módulo de cálculo:		Frecuencia de cálculo:	
% de tiempo ocioso por falta de asignación de extra-pedidos.	$\frac{\sum \text{horas semanales sin pedido asignado}}{35 \text{ horas semanales}} \times 100$		Semanal.	
Objetivos de calidad del proceso				
Objetivo:	Plazo:	Plan de acción:		
Disminuir los tiempos ociosos de los bodegueros por falta de asignación de extra-pedidos en un 100%.	1 año.	- Aprobación de la documentación correspondiente. - Entrenamiento a la jefatura y a los alistadores en el proceso.		
Glosario:	- SIGES: Sistema de Información Gestión de Suministros. - Documento de pedido a alistar: el documento a alistar corresponde al resultante una vez los documentos de solicitud de pedidos han sido procesados por medio del programa de agrupación de pedidos y el programa para la optimización de rutas de pedidos. Por ende estos pueden corresponder a los siguientes cuatro tipos de resultados: pedidos de tarima completa, pedidos divididos (o sub-pedidos), pedidos completos o lotes de extra-pedidos.			
Elaborado por:	Unidad:	Firma:		
Equipo de TFG del Rediseño del sistema de alisto del ALDI de la CCSS.	N/A.	N/A.		
Revisado por:	Unidad:	Firma:		
Pamela Molina Masis.	Área de Almacenamiento y Distribución. Gerencia logística.			
Aprobado por:	Unidad:	Firma:		

Figura 55

Cursograma del proceso de asignación de pedidos ordinarios mensuales

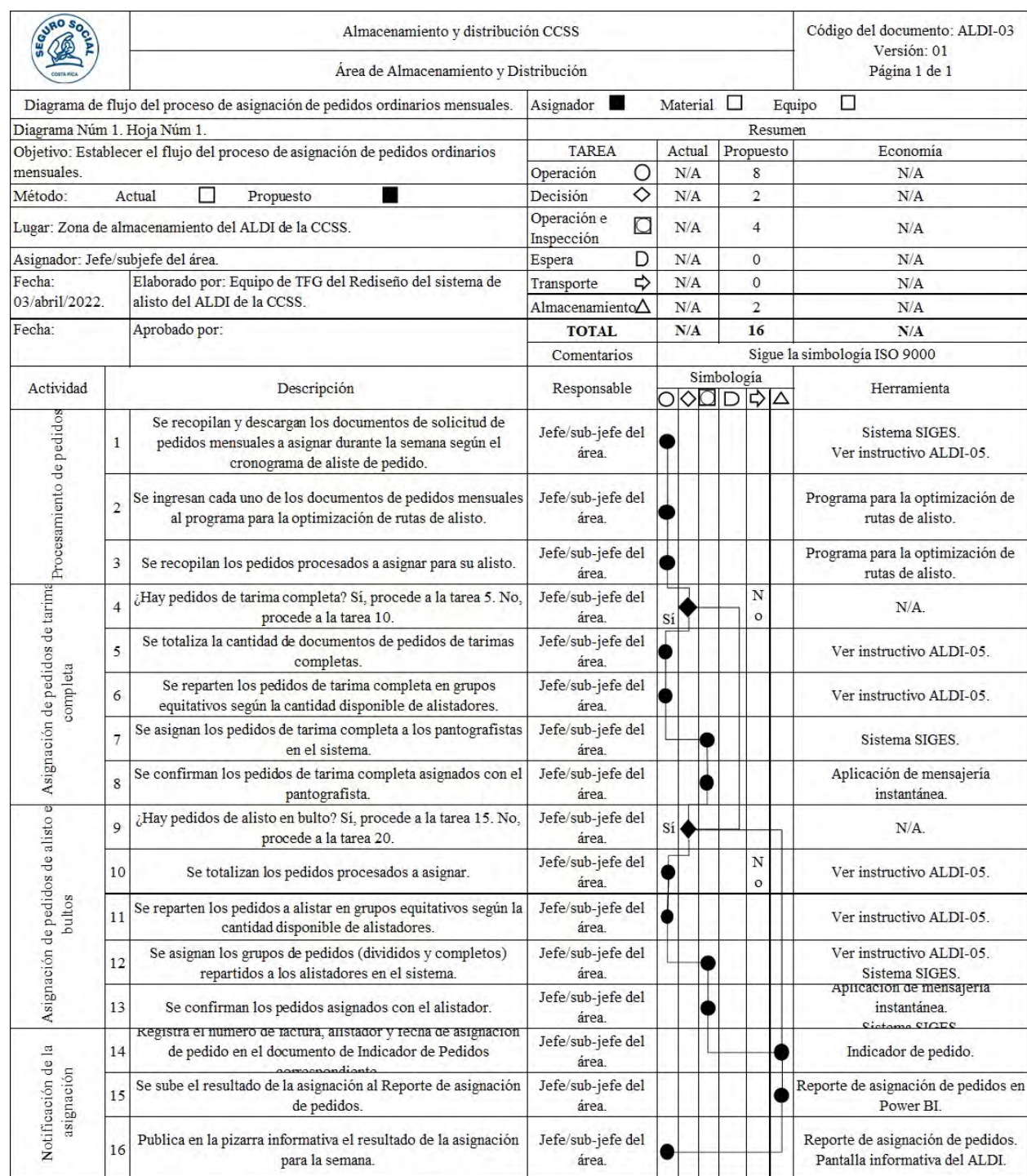


Figura 56

Cursograma del proceso de asignación de pedidos de la línea de extra-pedidos

		Almacenamiento y distribución CCSS			Código del documento: ALDI-04			
		Área de Almacenamiento y Distribución			Versión: 01			
					Página 1 de 1			
Diagrama de flujo de proceso de asignación de extra-pedidos.				Asignador ☒	Material ☐	Equipo ☐		
Diagrama Núm 1. Hoja Núm 1.				Resumen				
Objetivo: Establecer el flujo del proceso de asignación de extra-pedidos.				TAREA	Actual	Propuesto	Economía	
Método: Actual ☐ Propuesto ☒				Operación ☐	N/A	4	N/A	
				Decisión <input type="diamond"/>	N/A	0	N/A	
Lugar: Zona de almacenamiento del ALDI de la CCSS.				Operación e Inspección ☐	N/A	2	N/A	
Asignador: Jefe/sub-jefe del área.				Espera <input type="square"/>	N/A	0	N/A	
Fecha: 03/abril/2022.		Elaborado por: Equipo de TFG del Rediseño del sistema de alisto del ALDI de la CCSS.		Transporte <input type="right-pointing-triangle"/>	N/A	1	N/A	
		Aprobado por:		Almacenamiento <input type="triangle"/>	N/A	3	N/A	
				TOTAL	N/A	10	N/A	
				Comentarios				
				Sigue la simbología ISO 9000				
Actividad	Descripción			Responsable	Simbología			Herramienta
Procesamiento de pedidos	1	Se recopilan y descargan los documentos de extra-pedidos a asignar durante el día.		Jefe/sub-jefe del área.	☒	☐	<input type="square"/>	Sistema SIGES.
	2	Ingresa los extra-pedidos al programa para la agrupación de pedidos.		Jefe/sub-jefe del área.	☒	☐	<input type="square"/>	Programa para la agrupación de pedidos.
	3	Ingresa cada uno de los lotes extra-pedidos (pedidos agrupados) al programa para la optimización de rutas de alisto.		Jefe/sub-jefe del área.	☒	☐	<input type="square"/>	Programa para la optimización de rutas de alisto.
Asignación de lotes de extra-pedidos	4	Se totaliza la cantidad de lotes de extra-pedidos a asignar.		Jefe/sub-jefe del área.	☒	☐	<input type="square"/>	Ver instructivo ALDI-05.
	5	Se reparten los lotes de extra-pedidos en grupos equitativos según la cantidad disponible de alistadores.		Jefe/sub-jefe del área.	☐	☐	<input checked="" type="square"/>	Sistema SIGES.
	6	Se asignan los lotes de extra-pedidos a los alistadores en el sistema.		Jefe/sub-jefe del área.	☐	☒	<input type="square"/>	Sistema SIGES.
	7	Confirma los lotes de extra-pedidos asignados con el alistador.		Jefe/sub-jefe del área.	☐	☒	<input type="square"/>	Aplicación de mensajería instantánea.
Notificación de la asignación	8	Registra el número de factura, alistador y fecha de asignación de pedido en el documento de "Indicador de Extra-pedidos".		Jefe/sub-jefe del área.	☐	☐	<input checked="" type="square"/>	Indicador de Extra-pedidos.
	9	Se sube el resultado de la asignación al Reporte de asignación de pedidos.		Jefe/sub-jefe del área.	☐	☐	<input checked="" type="square"/>	Reporte de asignación de pedidos en Power BI.
	10	Publica en la pizarra informativa el resultado de la asignación para la semana.		Jefe/sub-jefe del área.	☐	☐	<input checked="" type="square"/>	Reporte de asignación de pedidos. Pantalla informativa del ALDI.

3.3.2.2. Instructivo del proceso de asignación de pedidos

Asimismo, se desarrolla un instructivo del proceso de asignación de pedidos, en el cual se explica a detalle cómo ejecutar sus tareas, este cuenta con seis secciones: roles y responsabilidades, pedidos ordinarios de farmacia/proveeduría, extra-pedidos, notificación a los alistadores y, por último, un glosario con la explicación de términos usualmente utilizados en este documento, así como la ficha de proceso y los cursogramas. El instructivo consta de seis páginas mostradas en el Apéndice 10.

3.3.2.3. Registros de pedidos asignados por alistador

En el caso del registro de pedidos asignados, se crea un reporte mediante la herramienta *Power BI*, cuyo

objetivo es ser el reporte donde los alistadores se puedan referir para saber cuáles son sus pedidos asignados, tanto para farmacia, proveeduría y extra-pedidos. La pantalla principal de este registro se muestra en la Figura 57.

Figura 57

Reporte de asignación de pedidos

Registro de asignación de pedidos							
Extra-pedido Farmacia Farmacia Proveeduría							
Alistador	Unidad	ID	Orden	Fecha	Tarimas	Estado documento	Estado orden
C.E.	Batch	2-1685812230	2	03/06/2023	1	En progreso	En progreso
C.E.	Batch	3-1685812230	3	03/06/2023	1	No empezado	No empezado
H.I.	Batch	6-1685812230	6	03/06/2023	1	En progreso	En progreso
H.I.	Batch	7-1685812230	7	03/06/2023	1	No empezado	No empezado
J.A	2601	F-B-2601	303	30/05/2023	6	En progreso	Parcialmente completado
B.J	2703	P-A-2601	305	30/05/2023	9	No empezado	Parcialmente completado
B.J	2703	P-B-2601	306	30/05/2023	5	No empezado	Parcialmente completado
C.F	2703	E-D-2601	308	30/05/2023	2	En progreso	Parcialmente completado

En este reporte se muestra cada uno de los documentos asignados con la información del alistador, la unidad programática, el ID, el orden de alisto, la fecha en la que fue asignado, el estado de alisto del documento y de la orden dentro de la cual este se encuentra, junto con otros documentos. Para hacer el manejo de esta interfaz más interactiva y eficaz también se agregan filtros donde se pueden cambiar los parámetros de acuerdo con la información que se necesite visualizar.

Este reporte es alimentado de los documentos descargados de la aplicación de procesamiento de pedidos explicada en la sección 64, en los cuales se puede descargar en formato Excel, posteriormente al procesar los pedidos recibidos, la fecha de asignación del documento, la unidad programática que solicita (en el caso de los extra-pedidos a la unidad se le refiere como *batch*), la bodega contable del documento (farmacia o proveeduría), el ID asignado al documento por el sistema y la cantidad de tarimas.

También, hay otras entradas manuales que se deben ingresar y actualizar en estos documentos por parte de los jefes de las líneas como el orden de alisto de cada documento (por alistador), según las prioridades que determina el cronograma de despacho, el alistador asignado al documento y el estado de cada documento (si se encuentra en progreso, completado o no se ha empezado).

3.3.3. Proceso de alisto de pedidos

En la sección 2.3.1 se presenta la caracterización del proceso de alisto actual desarrollado para las líneas de farmacia, proveeduría y extra-pedidos, en donde se diagnostican diversas oportunidades de mejora y la necesidad de realizar un rediseño de este.

Por lo tanto, en esta sección se presenta la propuesta del proceso rediseñado para pedidos mensuales ordinarios y el diseño para el proceso de los extra-pedidos. Se debe aclarar que el proceso de alisto de pedidos ordinarios mensuales de farmacia y proveeduría se separa del realizado en extra-pedidos, debido a las diferencias en el método de procesamiento de estos (los extra-pedidos se procesan en *batches*, mientras que los pedidos mensuales se alistan completos o divididos) establecidos en la estrategia definida anteriormente, la duración en el alisto de los documentos, así como la distinción en las tareas llevadas a cabo para las actividades finales. Por esto, se presentan los dos procesos propuestos y las herramientas utilizadas para su documentación, las cuales incluyen la ficha de proceso, el cursograma analítico, el instructivo del proceso y los registros de información creados específicamente para mejorar la preparación de pedidos en el ALDI.

3.3.3.1. *Ficha descriptiva del proceso de alisto de pedidos*

En primer lugar, se presentan las fichas descriptivas del proceso de alisto de farmacia y proveeduría en la Figura 58, así como la de extra-pedidos en la Figura 59, con el fin de representar las características más relevantes del proceso rediseñado.

Figura 58

Ficha del proceso de alisto de farmacia y proveeduría

FICHA DESCRIPTIVA DE PROCESO				
 Gerencia Logística Dirección de Aprovevisionamiento de Bienes y Servicios Área de Almacenamiento y Distribución		Proceso: Alisto de pedidos ordinarios mensuales.		Código del documento: ALDI-06 Versión: 01 Vigencia: I-2023 Página 1 de 1
Emitido por:		Responsable: Alistador de pedidos.		
Procesos Anteriores:		Procesos Posteriores:		Procesos Relacionados:
Proceso de asignación de pedidos.		Proceso de despacho de pedidos.		Proceso de acomodo. Proceso de re-abastecimiento de inventario.
Objetivo del proceso: Preparar los pedidos ordinarios mensuales recibidos, solicitados por los centros de salud.				
Alcance del Proceso				
Inicio:			Final:	
El bodeguero revisa los pedidos asignados para alistar en la en la pantalla informativa del ALDI, donde se encuentra el registro de asignación de pedidos.			El inspector de pedidos coloca el pedido alistado en la zona de despacho.	
Frecuencia del Proceso: Por pedido.				
Proveedores:	Entradas:	Procesos:	Salidas:	Clientes:
- Proceso de asignación de pedidos. - Proceso de acomodo. - Proceso de re-abastecimiento de inventario.	- Pedidos y cartillas asignadas a cada alistador. - Hand held. - Material de alisto. - Registros ALDI-11, ALDI-12.	- Preparación del alistador. - Verificación de disponibilidad de producto. - Recolección del producto. - Inspección de las tarimas. - Embalaje y entrega de documentos.	Pedido alistado.	Proceso de despacho.
Controles a las entradas:		Controles internos:		Controles a los resultados:
Revisión que los pedidos asignados y documentos dados coinciden con los presentados en la pizarra informativa.		- Revisión de zonas de alisto abastecidas por pantografistas. - Colocación de condiciones de despacho en casos pertinentes. - ALDI-10 Instructivo del proceso de alisto de pedidos.		- Inspección de la integridad de los pedidos alistados con el registro ALDI-11. - Control de errores de despacho en el sistema. - Se mantiene la trazabilidad de las tarimas alistadas y las solicitudes de pedidos por medio del registro ALDI-12 que permite la identificación de las mismas.
Documentación relacionada:			Registros generados:	
- Documentos de pedidos a alistar. - Registro de asignación de pedidos. - ALDI-08 Diagrama de flujo de proceso de alisto de pedidos ordinarios mensuales. - ALDI-10 Instructivo del proceso de alisto de pedidos.			- Indicador de pedidos Farmacia completado. - Indicador de pedidos Proveeduría completado. - Registro ALDI-11 Registro para la inspección de pedidos (virtual). - Registro ALDI-12 Registro para la identificación de tarimas.	
Plazo de conservación de los registros:		Cinco años de conservación.		
Riesgos y oportunidades:		Planes para tratarlos:		
Zonas de alisto desabastecida de producto.		Revisiones periódicas de las posiciones de producto a cargo de los pantografistas.		
El lote de producto disponible para alisto se encuentra vencido.		Alistar mercancía de los lotes con la fecha de vencimiento más próxima, si no alistar otro lote disponible. En el caso de que no haya otra mercadería disponible, se ingresa la condición de despacho correspondiente.		
Errores en las cantidades alistadas debido a la transformación de unidades de catálogo a unidades de alisto.		El sistema debe brindar en el pedido el total de unidades de alisto a preparar para cada producto.		
Inconsistencias en la mercancía alistada.		Inspección de pedidos previo a su despacho.		
Diagrama de flujo del proceso: Ver cursograma analítico ALDI-08.				
Indicadores del proceso				
Indicador:	Módulo de cálculo:	Frecuencia de cálculo:		
Tiempo de ciclo de alisto por pedido.	Fecha de finalización de alisto del pedido - Fecha de asignación del pedido.	Por pedido/subpedido.		
Días a favor con respecto a la fecha de entrega.	Fecha de despacho del pedido - Fecha de finalización de alisto del pedido.	Por pedido/subpedido.		
Tiempo promedio de alisto por línea de pedido.	$\frac{\text{Tiempo de alisto por pedido}}{\text{Total de líneas por pedido}}$	Por pedido/subpedido.		
Porcentaje de pedidos alistados completos.	$\frac{\# \text{ de órdenes alistadas con todas las líneas y unidades solicitadas}}{\text{Total de pedidos alistados}}$	Por pedido/subpedido.		
Productividad mensual del alistador.	$\frac{\text{Líneas alistadas por mes}}{\text{Horas utilizadas en labores de alisto por mes}}$	Mensual.		
Tarimas alistadas por alistador en el mes.	$\sum \text{Tarimas alistadas por alistador}$	Mensual.		
Objetivos de calidad del proceso				
Objetivo:	Plazo:	Plan de acción:		
Mantener el porcentaje de pedidos completos entre 95%-99%.	6 meses.	Implementación de método de inspección de tarimas alistadas previo al despacho.		
Finalizar el alisto de los pedidos recibidos con dos días de anticipación de la fecha de entrega del cronograma de aliste de pedidos.	3 meses.	- Reducción de tiempos de alisto mediante implementación de algoritmos de secuenciamiento de las órdenes. - Implementación de proceso de asignación de pedidos estandarizado, el cual toma en cuenta las fechas de entrega del pedido como parámetro.		
Glosario:				
- Alistador: rol que se encarga de preparar u alistar los pedidos una vez asignados. El término preparador de pedidos se utiliza como equivalente a este concepto. - Caja de varios: cajas utilizadas para el alisto de unidades sueltas. - Condición de despacho: código que describe una condición de despacho que describe una excepción o situación particular específica a cada línea de pedido alistado. - Unidad programática: código del centro de salud.				
Elaborado por:	Unidad:	Firma:		
Equipo TFG del Residuo del sistema de alisto del ALDI de la CCSS	N/A	N/A		
Revisado por:	Unidad:	Firma:		
Pamela Molina Masís	Área de Almacenamiento y Distribución, Gerencia logística			
Aprobado por:	Unidad:	Firma:		

Figura 59

Ficha del proceso de alisto de extra-pedidos

FICHA DESCRIPTIVA DE PROCESO			
 Gerencia Logística Dirección de Aprovisionamiento de Bienes y Servicios Área de Almacenamiento y Distribución		Proceso: Alisto de extra-pedidos	
Emitido por:		Responsable: Alistador de pedidos.	
Procesos Anteriores:		Procesos Posteriores:	
Proceso de asignación de pedidos.		Proceso de despacho de pedidos.	
		Proceso de acomodo. Proceso de re-abastecimiento de inventario.	
Objetivo del proceso: Preparar los extra-pedidos recibidos, solicitados por los centros de salud.			
Alcance del Proceso			
Inicio:		Final:	
El bodeguero revisa los pedidos asignados para alistar en la pantalla informativa del ALDI, donde se encuentra el registro de asignación de pedidos.		El inspector de pedidos coloca las tarimas de extra-pedidos alistados en la zona de despacho.	
Frecuencia del Proceso: Por batch de extra-pedido.			
Proveedores:	Entradas:	Procesos:	Salidas:
- Proceso de asignación de pedidos. - Proceso de acomodo. - Proceso de re-abastecimiento de inventario.	- Pedidos y cartillas asignados a cada alistador. - Hand held. - Material de alisto. - Registros ALDI-11, ALDI-12 y ALDI-13.	- Preparación del alistador. - Verificación de disponibilidad de producto. - Recolección del producto. - Inspección de las tarimas. - Entrega de documentos.	Batch de extra-pedido alistado.
Clientes:			
Proceso de despacho.			
Controles a las entradas:		Controles internos:	
Revisión que los batch de extra-pedidos asignados y documentos dados coinciden con los presentados en la pizarra informativa.		- Revisión de zonas de alisto abastecidas por pantografistas. - Colocación de condiciones de despacho en casos pertinentes. - ALDI-10 Instructivo del proceso de alisto.	
Controles a los resultados:			
- Inspección de la integridad de los pedidos alistados con el registro ALDI-11. - Control de errores de despacho en el sistema. - Se mantiene la trazabilidad de las tarimas alistadas y las solicitudes de pedidos por medio del registro ALDI-12 que permite la identificación de las mismas.			
Documentación relacionada:		Registros generados:	
- Documentos de extra-pedidos a alistar (en batch o individuales). - Registro de asignación de pedidos. - ALDI-09 Diagrama de flujo de proceso de alisto de extra-pedidos. - ALDI-10 Instructivo del proceso de alisto de pedidos.		- Indicador de extra-pedidos completado. - Registro ALDI-11 Registro para la inspección de pedidos (virtual). - Registro ALDI-12 Registro para la identificación de tarimas.	
Plazo de conservación de los registros:		Cinco años de conservación.	
Riesgos y oportunidades:		Planes para tratarlos:	
Zonas de alisto desabastecida de producto.		Revisiones periódicas de las posiciones de producto a cargo de los pantografistas.	
El lote de producto disponible para alisto se encuentra vencido.		Alistar mercancía de los lotes con la fecha de vencimiento más próxima, si no alistar otro lote disponible. En el caso de que no haya otra mercadería disponible, se ingresa la condición de despacho correspondiente.	
Errores en las cantidades alistadas debido a la transformación de unidades de catálogo a unidades de alisto.		El sistema debe brindar en el batch de extra-pedido el total de unidades de alisto a preparar para cada producto.	
Inconsistencias en la mercancía alistada.		Inspección de pedidos previo a su despacho.	
Diagrama de flujo del proceso: Ve cursograma analítico ALDI-09.			
Indicadores del proceso			
Indicador:	Módulo de cálculo:	Frecuencia de cálculo:	
Tiempo de ciclo de alisto por batch de extra-pedido.	Fecha de finalización de alisto del pedido - Fecha de asignación del pedido.	Por batch de extra-pedido.	
Tiempo promedio de alisto por línea de pedido.	$\frac{\text{Tiempo de alisto por pedido}}{\text{Total de líneas por pedido}}$	Por batch de extra-pedido.	
Porcentaje de batch de extra-pedidos alistados completos.	$\frac{\# \text{ de órdenes alistadas con todas las líneas y unidades solicitadas}}{\text{Total de pedidos alistados}}$	Por batch de extra-pedido.	
Productividad mensual del alistador.	$\frac{\text{Líneas alistadas por mes}}{\text{Horas utilizadas en labores de alisto por mes}}$	Mensual.	
Tarimas alistadas por alistador en el mes.	$\sum \text{Tarimas alistadas por alistador}$	Mensual.	
Objetivos de calidad del proceso			
Objetivo:	Plazo:	Plan de acción:	
Mantener el porcentaje de extra-pedidos completos entre 95%-99%.	6 meses.	Implementación de método de inspección de tarimas alistadas previo al despacho.	
Entregar el 100% de los extra-pedidos a tiempo, según lo acordado con el centro médico.	3 meses.	- Optimización de tiempos de alisto mediante implementación de algoritmos de agrupación y secuenciamento de las órdenes. - Implementación del proceso de asignación de extra-pedidos estandarizado, el cual toma en cuenta las fechas de entrega del pedido como parámetro.	
Glosario:			
- Alistador de pedidos: rol que se encarga de preparar u alistar los pedidos una vez asignados. El término preparador de pedidos se utiliza como equivalente a este concepto. - Caja de varios: cajas utilizadas para el alisto de unidades sueltas. - Condición de despacho: código que describe una condición de despacho que describe una excepción o situación particular específica a cada línea de pedido alistado. - SIGES: Sistema de Información Gestión de Suministros. - Unidad programática: código del centro de salud.			
Elaborado por:	Unidad:	Firma:	
Equipo TFG del Residuo del sistema de alisto del ALDI de la CCSS	N/A	N/A	
Revisado por:	Unidad:	Firma:	
Pamela	Área de Almacenamiento y Distribución, Gerencia logística		
Aprobado por:	Unidad:	Firma:	

En las fichas se muestra que, en lo referente al alcance definido para los procesos, estos empiezan con la revisión de los pedidos o *batches* de pedidos asignados para alistar en el reporte de asignación, proveniente del proceso de asignación de pedidos. De esta manera, se trasladan cuatro tareas del proceso actual a la asignación de pedidos, redefiniendo el alcance del alisto.

En la sección del SIPOC, en donde se especifican los proveedores, entradas, actividades del proceso, salidas y clientes, de la Figura 58 y la Figura 59, se puede observar que, en comparación con el SIPOC del proceso actual (encontrado en la sección 2.3.1), el proceso de asignación se convierte en proveedor del alisto. Además, se realizan cambios en la documentación clasificada como entrada al implementar dos nuevos registros, mostrados en la sección 3.3.3.5. Por otro lado, en el proceso, se añade la actividad de inspección de las tarimas previo al embalaje y finalización del pedido, ya que, en la actualidad, el ALDI no tiene un punto de control para revisar si el pedido fue correctamente alistado previo a ser despachado de manera que se tiene una importante cantidad de inconsistencias (ver sección 2.5.1 para mayor detalle).

Se establecen los controles a las entradas, a nivel interno y a las salidas que se deben realizar para asegurar la integridad del pedido alistado a través de todo el ciclo del proceso, los cuales no son aplicados en el alisto actual, exceptuando la colocación de las condiciones de despacho.

En la sección de riesgos y oportunidades se enumeran aquellos riesgos a la continuidad de la operación, con sus respectivos planes para tratarlos, con el fin de que estos sirvan como guía para manejar situaciones para las cuales actualmente no se tienen planes de contingencia ni prevención.

Por otro lado, se establecen cinco indicadores nuevos en el proceso: tiempo de ciclo de alisto por pedido, tiempo promedio de alisto por línea de pedido, porcentaje de pedidos alistados completos, productividad mensual del alistador y la cantidad de tarimas alistadas por alistador en el mes. Para cada uno de ellos se muestra el método de cálculo y su frecuencia. Estas medidas se establecen con el fin de que el ALDI pueda mejorar la toma de decisiones en el proceso, guiada por análisis de datos ya que actualmente la única métrica que se mantiene son los días a favor con respecto a la fecha de entrega.

Por último, se definen dos objetivos de calidad del proceso: mantener el porcentaje de pedidos alistados completos entre un 95 % a un 99 %, con un plazo a 6 meses, y finalizar el alisto de los pedidos mensuales ordinarios con dos días de anticipación a su fecha de entrega, este con un plazo de 3 meses. En el caso de extra-pedidos, se tiene la meta de entregar el 100 % de los mismos a tiempo.

3.3.3.2. Cursogramas analíticos del proceso de alisto de pedidos y extra-pedidos

Se procede a mostrar los cursogramas analíticos para el proceso de alisto de las líneas de pedido. En el caso de las órdenes mensuales de farmacia y proveeduría, el proceso es mostrado en la Figura 60. En el caso de extra-pedidos, este proceso de alisto se muestra en la Figura 61.

Figura 60

Cursograma analítico del proceso de alisto para las líneas de farmacia y proveeduría

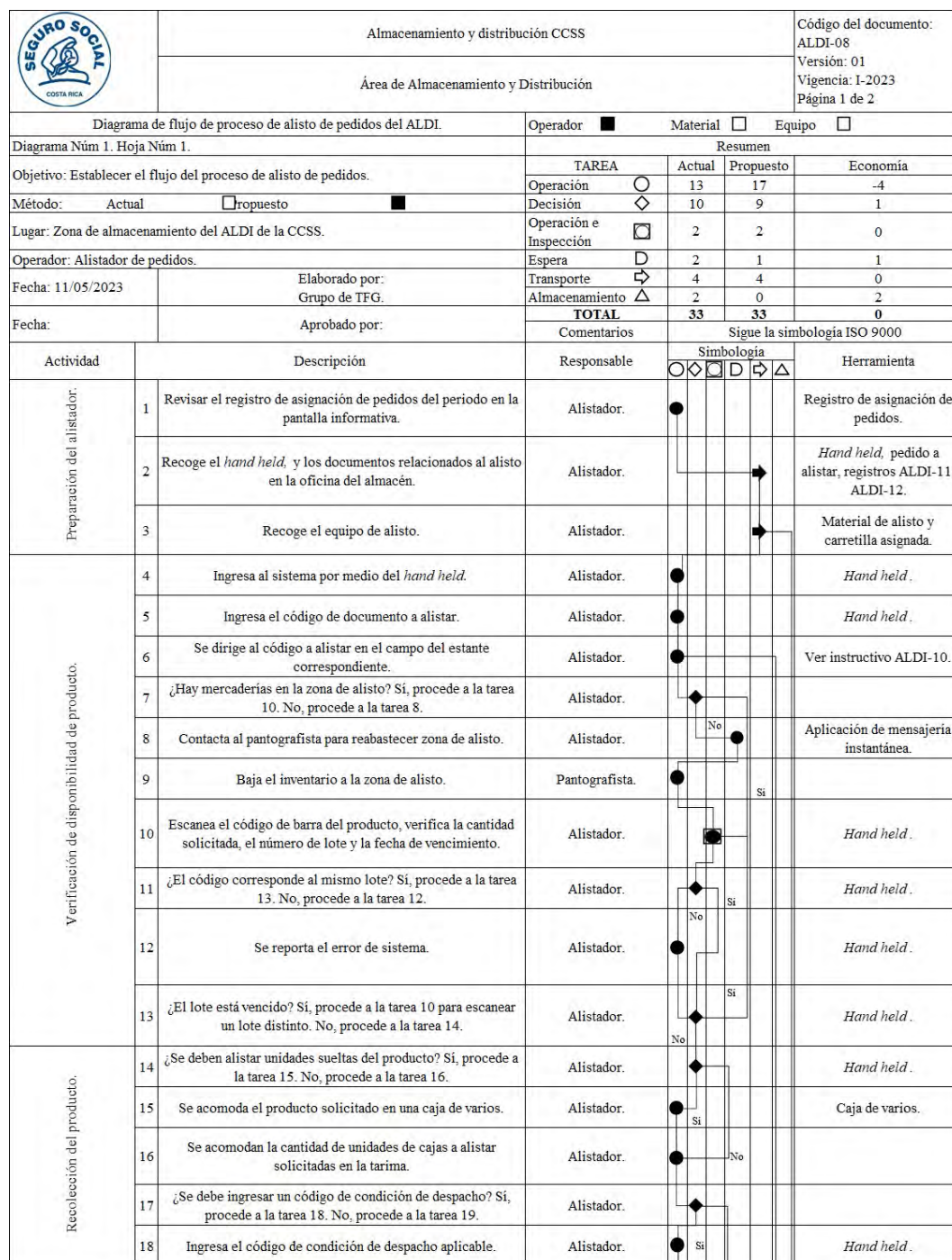


Figura 60

Cursograma analítico del proceso de alisto para las líneas de farmacia y proveeduría

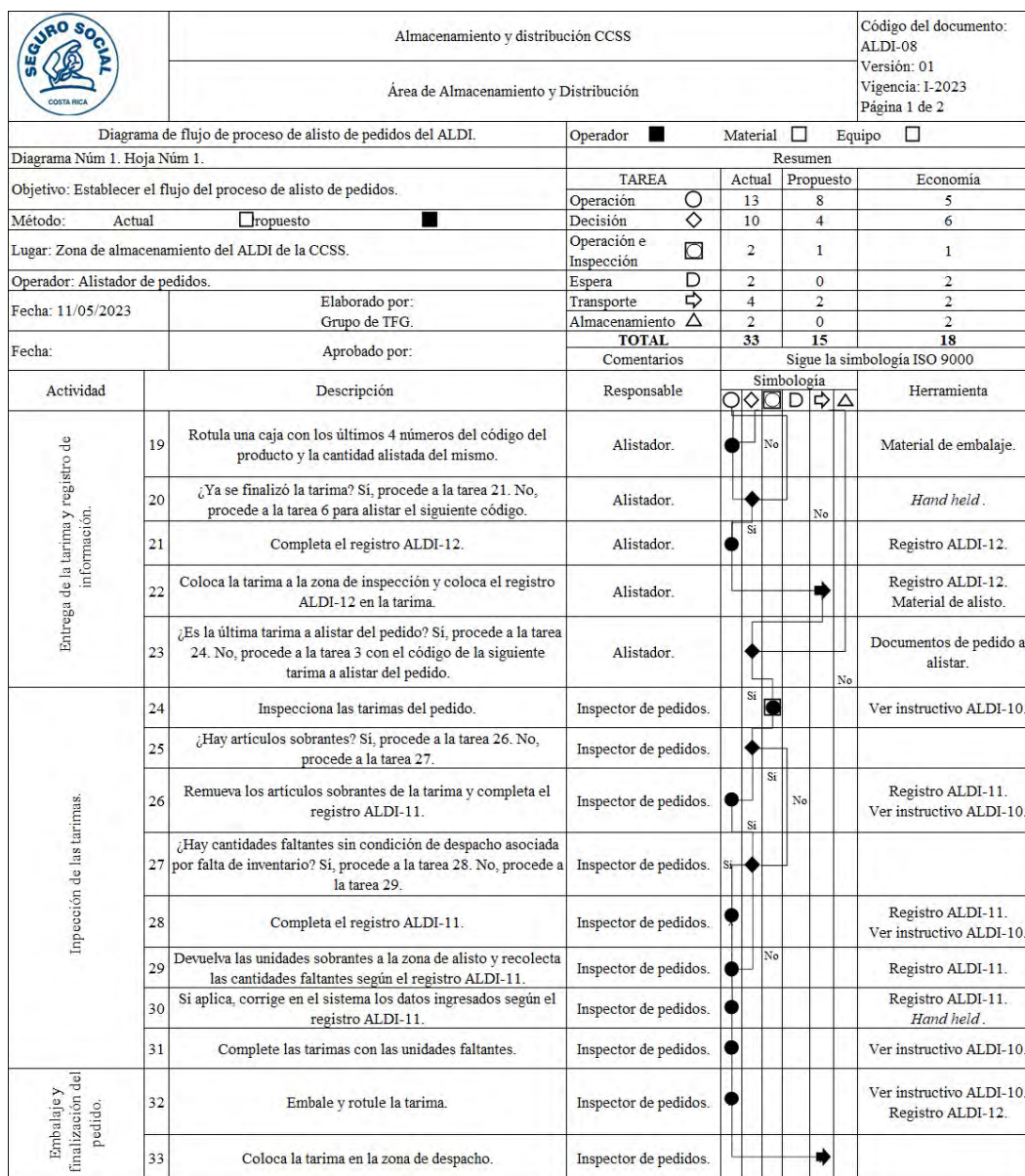


Figura 61

Cursograma analítico del proceso de alisto para la línea de extra-pedidos

		Almacenamiento y distribución CCSS		Código del documento: ALDI-09	
		Área de Almacenamiento y Distribución		Versión: 01	
				Vigencia: 1-2023	
				Página 1 de 1	
Diagrama de flujo de proceso de alisto de extra-pedidos del ALDI.		Operario ☒	Material ☐	Equipo ☐	
Diagrama Núm 1. Hoja Núm 1.		Resumen			
Objetivo: Estudiar el flujo del proceso de alisto de extra-pedidos.		TAREA	Actual	Propuesto	Economía
Método: Observación de la preparación de pedidos.		Operación ☐	13	17	-4
Método: Actual ☐ Propuesto ☒		Decisión <input type="diamond"/>	10	8	2
Lugar: Zona de almacenamiento del ALDI de la CCSS		Operación e Inspección ☐	2	2	0
Operador: Alistador de pedidos.		Espera <input type="square"/>	2	1	1
Fecha: 11/05/2023		Transporte <input type="arrow"/>	4	5	-1
Elaborado por: Grupo de TFG		Almacenamiento <input type="triangle"/>	2	0	2
Fecha:		TOTAL	33	33	0
Aprobado por:		Comentarios	Sigue la simbología ISO 9000		
Actividad	Descripción	Responsable	Simbología		Herramienta
Preparación del alistador.	1 Revisar el registro de asignación de pedidos del periodo en la pantalla informativa.	Alistador.	☒		Registro de asignación de pedidos.
	2 Recoge el <i>hand held</i> y los documentos de alisto en la oficina del almacén.	Alistador.		☒	<i>Hand held</i> , pedido a alistar, registro ALDI-12.
	3 Recoge el equipo de alisto.	Alistador.		☒	Material de alisto y carretilla asignada.
Verificación de disponibilidad de producto.	4 Ingresa al sistema por medio del <i>hand held</i> .	Alistador.	☒		<i>Hand held</i> .
	5 Ingresa el código de documento a alistar.	Alistador.	☒		<i>Hand held</i> .
	6 Se dirige al código a alistar en el campo del estante correspondiente.	Alistador.		☒	Ver instructivo ALDI-10.
	7 ¿Hay mercaderías en la zona de alisto? Si, procede a la tarea 10. No, procede a la tarea 8.	Alistador.		☒	
	8 Contacta al pantografista para reabastecer zona de alisto.	Alistador.	No	☒	Aplicación de mensajería instantánea.
	9 Baja el inventario a la zona de alisto.	Pantografista.	☒		
	10 Escanea el código de barra del producto, verifica la cantidad solicitada, el número de lote y la fecha de vencimiento.	Alistador.	☒		<i>Hand held</i> .
	11 ¿El código corresponde al mismo lote? Si, procede a la tarea 13. No, procede a la tarea 12.	Alistador.	No	☒	<i>Hand held</i> .
	12 Se reporta el error de sistema.	Alistador.	☒	Si	<i>Hand held</i> .
	13 ¿El lote está vencido? Si, procede a la tarea 10 para escanear un lote distinto. No, procede a la tarea 14.	Alistador.	No	Si	<i>Hand held</i> .
Recolección del producto.	14 ¿Se deben alistar unidades sueltas del producto? Si, procede a la tarea 15. No, procede a la tarea 16.	Alistador.	Si	☒	Caja de varios.
	15 Se acomoda el producto solicitado en una caja de varios.	Alistador.	☒	No	
	16 Se acomodan las unidades de alisto presentes en el documento en la tarima.	Alistador.	☒		
	17 ¿Se debe ingresar un código de condición de despacho? Si, procede a la tarea 18. No, procede a la tarea 19.	Alistador.	Si	☒	<i>Hand held</i> .
	18 Ingresa el código de condición de despacho aplicable.	Alistador.	☒		Material de embalaje.

Figura 61

Cursograma analítico del proceso de alisto para la línea de extra-pedidos

		Almacenamiento y distribución CCSS				Código del documento: ALDI-09	
		Área de Almacenamiento y Distribución				Versión: 01	
						Vigencia: 1-2023	
						Página 1 de 1	
Diagrama de flujo de proceso de alisto de extra-pedidos del ALDI.		Operario ☒	Material ☐	Equipo ☐			
Diagrama Núm 1. Hoja Núm 1.		Resumen					
Objetivo: Estudiar el flujo del proceso de alisto de extra-pedidos.		TAREA	Actual	Propuesto	Economía		
Método: Observación de la preparación de pedidos.		Operación ☐	13	9	4		
Método: Actual ☐ Propuesto ☒		Decisión ☐	10	3	7		
Lugar: Zona de almacenamiento del ALDI de la CCSS		Operación e Inspección ☐	2	1	1		
Operador: Alistador de pedidos.		Espera ☐	2	0	2		
Fecha: 11/05/2023		Transporte ☐	4	2	2		
Elaborado por: Grupo de TFG		Almacenamiento ☐	2	0	2		
Fecha:		Aprobado por:	TOTAL	33	15	18	
			Comentarios Sigue la simbología ISO 9000				
Actividad	Descripción		Responsable	Simbología		Herramienta	
Entrega de la tarima y registro de información.	19	Rotula una caja con los últimos 4 números del código del producto, la cantidad alistada del mismo para cada unidad programática.	Alistador.	☐	☐	Hand held.	
	20	¿Ya se finalizó la tarima? Si, procede a la tarea 21. No, procede a la tarea 6.	Alistador. Si	☐	☐		
	21	Completa el registro ALDI-12.	Alistador.	☐	☐	Registro ALDI-12. Material de alisto.	
	22	Coloca la tarima a la zona de inspección y coloca el registro ALDI-12 en la tarima.	Alistador.	☐	☐	Registro ALDI-12.	
Inspección y separación de tarimas	23	Inspecciona la tarima del pedido.	Inspector de pedidos.	☐	☐	Ver instructivo ALDI-10.	
	24	¿Hay artículos sobrantes? Si, procede a la tarea 27. No, procede a la tarea 28.	Inspector de pedidos. Si	☐	☐		
	25	Remueva los artículos sobrantes de la tarima y completa la sección de cantidad sobrante en el registro ALDI-11.	Inspector de pedidos.	☐	☐	Registro ALDI-11. Ver instructivo ALDI-10.	
	26	¿Hay cantidades faltantes sin condición de despacho asociada por falta de inventario? Si, procede a la tarea 29. No, procede a la tarea 32.	Inspector de pedidos.	☐	☐		
	27	Completa el registro ALDI-11 en la sección de cantidad faltante.	Inspector de pedidos. Si	☐	☐	Registro ALDI-11. Ver instructivo ALDI-10.	
	28	Devuelva las unidades sobrantes y recolecta las cantidades faltantes según el registro ALDI-11.	Inspector de pedidos.	☐	☐	Registro ALDI-11.	
	29	Si aplica, corrige en el sistema los datos ingresados según el registro ALDI-11.	Inspector de pedidos.	☐	☐	Registro ALDI-11. Hand held.	
	30	Completa la tarima con las unidades faltantes.	Inspector de pedidos.	☐	☐	Ver instructivo ALDI-10.	
Finalización del extra-pedido.	31	Separa la tarima por unidad programática, colocando los productos de cada una de estas en tarimas separadas.	Inspector de pedidos.	☐	☐	Ver instructivo ALDI-10.	
	32	Rotula cada uno de los extra-pedidos con el registro ALDI-12.	Inspector de pedidos.	☐	☐	Registro ALDI-12.	
	33	Coloca las tarimas en la zona de despacho.	Inspector de pedidos.	☐	☐	Registro ALDI-12.	

Como se muestra en la Figura 60 y Figura 61, el proceso de alisto para las líneas consta de seis actividades, las cuales totalizan 33 tareas. Respecto a los cambios realizados en comparación con el proceso actual, las tareas de asignación y confirmación de documentos fueron trasladadas al proceso de asignación de pedidos, descrito en la sección 3.3.2.

Con respecto a la recolección de productos, en los procesos propuestos, las líneas de pedido son previamente filtradas en el sistema según si se tiene inventario en existencia o no, así como si pueden ser alistadas por restricciones de presupuesto, por lo que ya no es necesario que el bodeguero considere estas situaciones en el alisto, eliminando así dos decisiones innecesarias.

Por otro lado, en la tarea 6 de los procesos propuestos, el alistador se dirige al código según el orden

presentado en el pedido a alistar reflejado en el *hand held* ya que las líneas de producto en estos se encuentran ordenadas, al haber sido procesadas en el algoritmo de optimización de rutas presentado en la sección 3.4.1, por lo que ya no se deben buscar los códigos según lo que considere el alistador como pertinente, sino que se le indica qué posición debe visitar primero. Además, ya no es necesario realizar conversiones manuales de unidades (cómo se realiza en la tarea 18 del proceso actual) sino que, desde el procesamiento del pedido con los algoritmos, las unidades de alisto son adjuntadas al documento a alistar, eliminando esta tarea improductiva.

En el rediseño del proceso se añade la actividad de inspección, la cual consta de 8 tareas, cuyo objetivo es servir como un punto de control para la identificación y corrección de inconsistencias en el pedido alistado previo al despacho. En el instructivo ALDI-10, concerniente al proceso de alisto de pedidos, se explica a detalle los pasos para llevar a cabo esta inspección en las tarimas alistadas por los alistadores (ver Apéndice 11).

Por último, se añaden el formulario digital ALDI-11 Registro para la inspección de pedidos donde se documentan las inconsistencias encontradas durante la verificación del pedido alistado para su corrección, y el ALDI-12 Registro para la identificación de tarimas. Además, se crea el instructivo ALDI-10 cuyo principal objetivo es servirle como guía al alistador en las diferentes actividades del proceso. Este último es presentado en la sección 3.3.3.4.

3.3.3.3. *Análisis de valor agregado*

A continuación, se realiza el análisis de valor agregado de los procesos propuestos, clasificando las tareas según si agregan valor para la organización o no.

En el caso del proceso de alisto para pedidos ordinarios, el total de tareas que generan y no generan valor para la organización, así como el porcentaje que estas representan en el total de tareas se muestra en la Tabla 24. En el caso de extra-pedidos, esto es presentado en la Tabla 25.

Tabla 24

Análisis de valor agregado para el proceso propuesto de alisto para las líneas de farmacia y proveeduría

Clasificación de actividades	Cantidad	Porcentaje que representa
Generan valor para la organización	14	58,3 %
No generan valor	10	41,7 %

Tabla 25

Análisis de valor agregado para el proceso propuesto de alisto para la línea de extra-pedidos

Clasificación de actividades	Cantidad	Porcentaje que representa
Generan valor para la organización	15	60,0 %
No generan valor	10	40,0 %

Como se muestra en la Tabla 24 y en la Tabla 25, el porcentaje de tareas que agregan valor representan

alrededor del 60 %, aumentado en un 5 % el valor con respecto al proceso actual, según lo diagnosticado en la sección 2.3.1. De esta manera, se disminuyen las tareas que no generan valor al proceso, entre las cuales se mantienen las referentes a transportes inevitables para la recolección de equipo y el traslado de las tarimas al despacho, así como las tareas de corrección de los pedidos por inconsistencias encontradas en la inspección, las cuales se realizarían solamente en el caso de que haya alguna inconsistencia en el pedido.

3.3.3.4. Instructivo del proceso de alisto de pedidos

El siguiente apartado corresponde a la presentación del instructivo ALDI-10, desarrollado como una guía para el proceso de alisto a utilizar por los alistadores de pedidos. El instructivo es mostrado en el Apéndice 11.

El instructivo propuesto cuenta con cuatro secciones:

- a. Roles y responsabilidades: En esta sección se detalla cuáles son los roles involucrados y sus respectivas responsabilidades dentro del proceso de alisto.
- b. Pedidos ordinarios de farmacia y proveeduría: En esta sección se detalla información relevante que el alistador debe tomar en cuenta al momento de realizar la preparación del pedido de farmacia o proveeduría, incluyendo cual es el orden de recolección de productos, la explicación de la codificación de las posiciones de producto que se encuentran dentro del documento a alistar, cuándo usar las condiciones de despacho, cómo realizar la rotulación de los productos, cómo saber cuándo se finalizó una tarima, los pasos a seguir durante la inspección de los pedidos, el embalaje de las tarimas y entrega de documentos, entre otros.
- c. Extra-pedidos: En esta sección se detalla información relevante que el alistador debe tomar en cuenta al momento de realizar la preparación de extra-pedidos, incluyendo puntos previamente explicados en la sección anterior, así como excepciones a aplicar en extra-pedidos.
- d. Glosario: En esta sección se definen algunos conceptos comunes utilizados dentro del proceso de alisto del ALDI.

3.3.3.5. Registros propuestos para el proceso de alisto de las distintas líneas.

A continuación, se muestran los registros propuestos a utilizar en el proceso de alisto de pedidos de las líneas de farmacia, proveeduría y extra-pedidos en la Figura 62 y Figura 63. Dado que el registro ALDI-11 es virtual y tiene configuraciones adicionales a las mostradas en la Figura 62, se comparte el enlace para la vista previa del mismo: <https://forms.office.com/r/2sy9HWSzNk>.

Figura 62
ALDI-11 Registro para la inspección de pedidos

ALDI-11 Registro para la inspección de pedidos

ALDI-11 Registro para la inspección de pedidos

Obligatorio

1. Unidad programática *

Escriba su respuesta

2. ID de documento de pedido a alistar *

Escriba su respuesta

3. Nombre del alistador de pedidos *

Selección la respuesta

4. Nombre del inspector de pedidos *

Escriba su respuesta

5. Línea de pedido *

☐ Farmacia
☐ Proveeduría
☐ Extra-pedidos de farmacia
☐ Extra-pedidos de proveeduría

6. ¿Hay una inconsistencia en el pedido alistado? *

☐ Sí
☐ No

7. Tipo de inconsistencia *

☐ Producto faltante
☐ Producto sobrante

8. Número de tarima *

El valor debe ser un número.

9. Código de producto *

Escriba su respuesta

10. Cantidad de producto (faltante/sobrante) *

Escriba su respuesta

Figura 63
ALDI-12 Registro para la identificación de tarimas

 Gerencia Logística Dirección de Aproveccionamiento de Bienes y Servicios Area de Almacenamiento y Distribución	Registro para la identificación de tarimas	Código del documento: ALDI-12 Versión: 01 Página 1 de 1
--	---	--

Fecha (DD/MM/AA)	
Línea de alisto (Farmacia/ Proveeduría/ Extra-pedidos)	
Unidad programática	
ID de documento de pedido a alistar	
ID de la solicitud de pedido	
Número de tarima	
Cantidad de cajas de varios	
Nombre del alistador	

3.4. Diseño de los métodos operativos de alisto

En esta sección se presentan propuestas de métodos operativos para la tarea crítica de conformación de pedidos, que tiene como finalidad dar soporte a los procesos rediseñados en la sección 3.4, y de este modo reducir tiempos de preparación de pedidos. Esto corresponde a la segunda rama del mapa mental mostrado en la Figura 39.

3.4.1. Secuenciamiento del alisto

De lo analizado en la sección 2.3.1.5, se concluye que no existe un método de enrutamiento de los pedidos, lo que implica reprocesos, así como traslados innecesarios. Por lo tanto, en esta sección se presenta una herramienta para generar un enrutamiento eficiente de los pedidos.

La construcción de una ruta de alisto es un caso especial del vendedor viajero o TSP (por sus siglas en inglés). En el problema se busca determinar la secuencia para visitar cada posición del conjunto de productos a alistar, considerando las posiciones definidas en el almacén, de modo que se minimice la distancia total recorrida (Scholz, 2017).

Según lo indicado por Masae et al. (2020), existen tres metodologías para resolver este tipo de problema: algoritmos de solución exacta, heurísticos y metaheurísticos. Debido al interés de la organización en la eficiencia de los resultados del algoritmo (R. Azofeifa, comunicación personal, 12 de mayo del 2023), se procede a elaborar una propuesta utilizando algoritmos metaheurísticos, dado que requieren menor tiempo de ejecución que los métodos de solución exacta (Chandra, Natalia, y Naro, 2021), y a la vez generan resultados que tienden a la respuesta óptima a diferencia de los heurísticos (Masae et al., 2020).

La herramienta utiliza específicamente algoritmos genéticos, los cuales son metaheurísticos basados en los principios de la evolución biológica y la selección natural. Estos algoritmos trabajan con una población de individuos que representan diferentes soluciones al problema. Mediante operadores genéticos como la mutación y el cruce, se busca generar diversidad en la población para seleccionar a los individuos más aptos hasta cumplir un criterio de convergencia (Scrucca, 2013).

3.4.1.1. Algoritmo de rutas propuesto

Un algoritmo genético por sí solo no puede resolver el problema específico de enrutamiento del ALDI, el cual debe tener en cuenta la presencia de precedencias asociadas al peso (los productos más pesados deben alistarse primero para garantizar la estabilidad de la tarima y la integridad de los productos), así como la capacidad máxima de cada tarima que debe respetarse.

Por lo tanto, se propone una descomposición del problema en varias etapas. En primer lugar, se descompone el pedido en tarimas. Seguidamente, se descomponen las tarimas en grupos de productos con el mismo peso, con el objetivo de encontrar la ruta más corta para cada conjunto de productos. Esto último se repite hasta resolver el problema para cada grupo de productos en todas las tarimas de un pedido. En la Figura 64 se presenta la lógica del algoritmo propuesto.

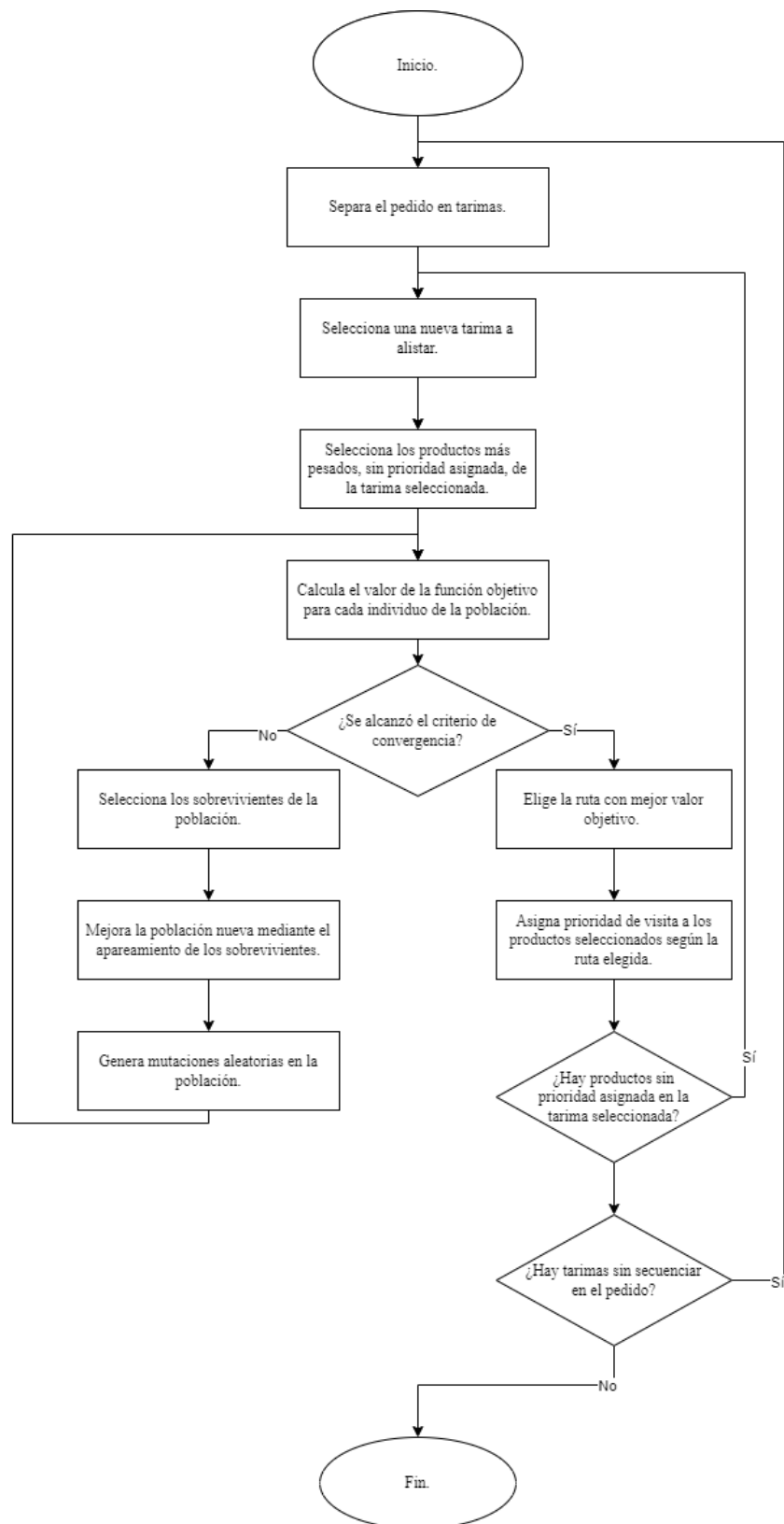
En las siguientes sub secciones se procede a explicar los principales componentes de este algoritmo.

3.4.1.1.1. Segregación del pedido en tarimas

El problema inicia con la separación del pedido en tarimas, que corresponde a un tipo *Bin Packing Problem* (BPP), el cual consiste en asignar la mayor parte de productos a la menor cantidad de tarimas posible, tomando en consideración la capacidad máxima de cada tarima (Martello y Toth, 2018). En este caso, cuenta con la diferencia de que debe no solo minimizarse el número de tarimas sino también minimizando las distancias recorridas.

Figura 64

Diagrama de algoritmo de ruteo propuesto



Para esto se propone un algoritmo meta-heurístico basado en un algoritmo *Next Fit*. Este algoritmo es de tipo *Greedy* o voraz, el cual toma la decisión local óptima en cada iteración con la espera de alcanzar el óptimo global. El *Next Fit* es una versión adaptada del *Greedy* para resolver el *bin packing problem*, el cual verifica si el siguiente producto en la iteración puede ser asignado a la misma tarima que el anterior, en caso contrario lo asigna a una nueva tarima (Martello y Toth, 2018).

Pero dado que se quiere asegurar que los productos que componen una tarima estén lo más cercanos entre sí, se plantea utilizar la lógica de *Next Fit*, pero evaluando los productos en función a su cercanía entre sí, es decir verifica si el producto más cercano al último en asignar puede ser asignado a la misma tarima, y si no es asignado a una nueva tarima. En el diagrama de la Figura 65 se presenta este algoritmo propuesto para la descomposición de productos en tarimas.

3.4.1.1.2. Creación de la Población

El siguiente paso del algoritmo de rutas propuesto es la creación de la población, la que corresponde a un conjunto de posibles rutas factibles, que en un inicio son creadas aleatoriamente. Cada solución consiste a un vector cuyo tamaño corresponde al número de productos a alistar de una tarima para un peso, y que contiene el orden de productos a visitar.

3.4.1.1.3. Función Objetivo

La función objetivo corresponde a una métrica de rendimiento, la cual es utilizada para determinar qué individuos son los más aptos para sobrevivir y reproducirse (Scrucca, 2013). En el caso del ruteo, corresponde a la distancia recorrida, que se calcula cómo se muestra en la ecuación 15.

$$\sum_i^n \sum_j^n d_{ij} * X_{ij} \quad (15)$$

Donde:

- a. X_{ij} : Variable binaria que toma el valor de 1 en caso de viajar del producto i al producto j.
- b. d_{ij} : Distancia entre el producto i y el producto j, que se obtiene mediante la fórmula propuesta en el Apéndice 7.

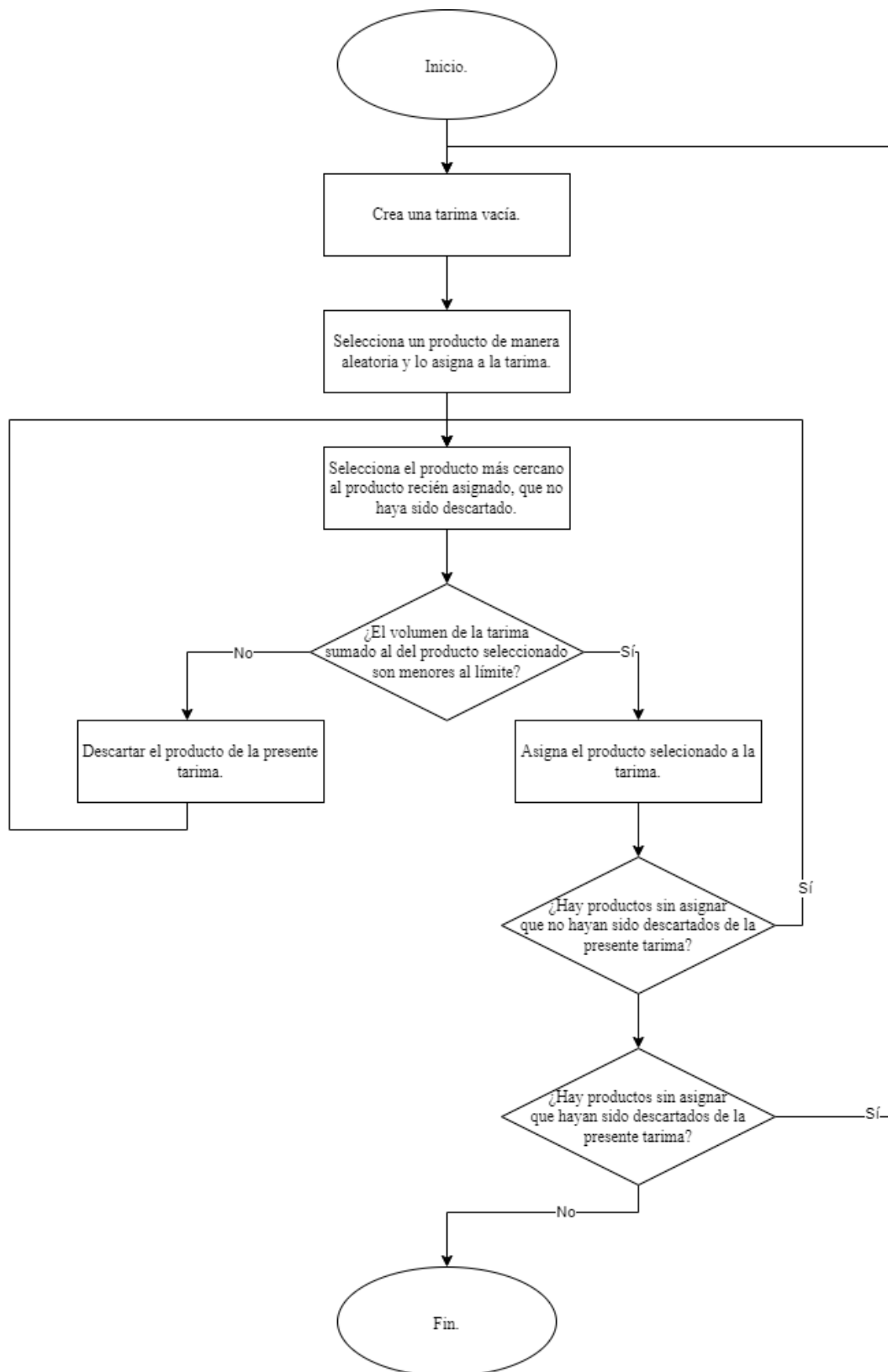
Por otro lado, se crea una penalización en el valor objetivo de las rutas que no respetan el inicio establecido para la ruta. En el caso de ser el primer conjunto de productos a alistar de la tarima, este inicio corresponde a la zona de despacho (donde los alistadores inician su ruta), en caso contrario, este punto de inicio corresponde a la posición del último producto visitado.

3.4.1.1.4. Selección de sobrevivientes

Una vez evaluada la función objetivo en cada solución de la población, se le asigna una probabilidad de sobrevivir (no convertirse en una solución descartada) proporcional a su valor objetivo. Posteriormente, se realiza un muestreo con reemplazo, donde la probabilidad de ser seleccionado es igual a la probabilidad de sobrevivir (Scrucca, 2013).

Figura 65

Diagrama de algoritmo de separación de tarimas



3.4.1.1.5. *Cruze de sobrevivientes*

Se generan variaciones en la población de rutas mediante el apareamiento o combinación de los sobrevivientes, en específico se utiliza un apareamiento en un único punto, es decir, se corta el vector solución (que representa una ruta) de cada padre en un punto (posición correspondiente al 80 % de la ruta en este caso, siguiendo las recomendaciones de Scrucca (2013)) y se intercambian los segmentos cortados entre ambos padres (Scrucca, 2013).

3.4.1.1.6. *Mutación*

La mutación aumenta la diversidad de la población mediante cambios aleatorios en esta. Específicamente se utiliza una mutación de tipo uniforme, es decir, se selecciona un porcentaje de cada vector solución (posición correspondiente al 1 % de la ruta en este caso, siguiendo las recomendaciones Scrucca (2013)) y se cambian los valores de manera aleatoria (Scrucca, 2013).

3.4.1.1.7. *Criterio de convergencia*

El criterio de convergencia corresponde al evento que hace que el algoritmo se detenga y deje de crear poblaciones nuevas. En este caso se cuentan con 2 criterios de convergencia, el primero es el número máximo de iteraciones que se genera para un mismo grupo de productos, y el segundo es el número de generaciones donde no haya mejoría. Se define el primero de estos en 1000 y el segundo en 100, dado que se considera suficiente para alcanzar una solución aceptable.

3.4.1.2. *Interfaz de usuario*

A modo de facilitar la implementación del algoritmo propuesto, se procede a diseñar una aplicación web, que funcione de interfaz de usuario del algoritmo. En el Apéndice 12 se adjunta el manual de usuario de esta.

3.4.2. *Agrupación de extra-pedidos*

En la sección 2.3.3.3, se determina que, dado el tamaño de los extra-pedidos del ALDI, la estrategia pertinente corresponde al *batch picking*, por otro lado, en la sección 3.3.1 se define que el tamaño máximo de cada uno de los *batch* debe ser una tarima completa, así como la forma de agruparlo por pasillo.

Al igual que para la separación de pedidos en tarimas de la sección 3.4.1, la agrupación de pedidos en tarimas corresponde a un tipo de *Bin Packing Problem*, que, de igual manera, busca reducir el número de tarimas, agrupando la mayor cantidad de productos bajo la restricción de capacidad, mientras que busca minimizar las distancias recorridas. En este caso, también se busca minimizar la congestión de los pasillos, esto, dado que los alistadores de extra-pedidos actualmente consumen la mayor parte de su tiempo en trasladarse por todos los pasillos según lo diagnosticado en la sección 2.4 .

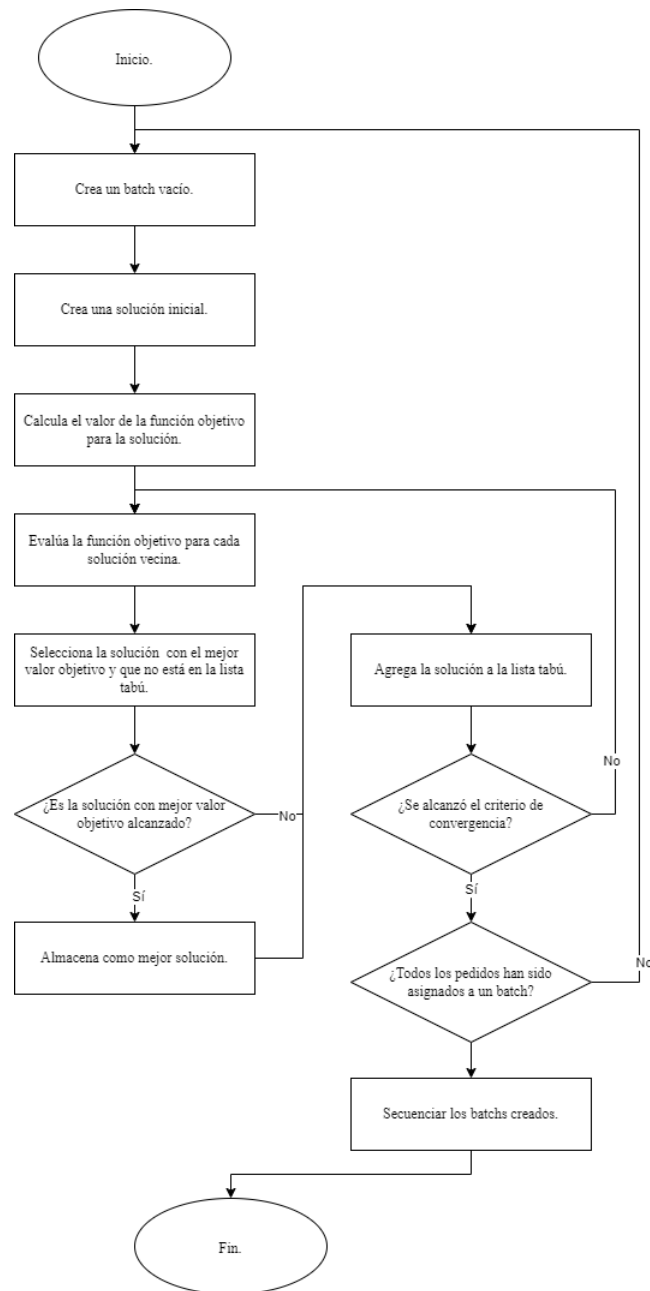
Para resolver este problema, se propone un algoritmo metaheurístico basado en búsqueda tabú que es un método de búsqueda local. En este, de manera iterativa para cada respuesta, evalúa y elige el mejor vecino (variación de una respuesta), incluso si no mejora la solución actual. Cada una de estas respuestas elegidas son guardadas en un registro llamado listado tabú que impide que cualquier solución de esta lista se vuelva a evaluar (Fouskakis y Draper, 2002).

3.4.2.0.1. Algoritmo de agrupación propuesto

El algoritmo en cuestión utiliza un algoritmo de búsqueda tabú para elegir qué productos se agrupan en cada tarima, de modo que se minimice tanto la distancia como la congestión de tarimas. Este proceso se repite hasta que todos los extra-pedidos han sido asignados a alguna tarima. La lógica detrás del algoritmo propuesto se presenta a continuación en la Figura 66.

Figura 66

Diagrama de algoritmo de agrupación de pedidos propuesto.



3.4.2.0.2. *Solución Inicial*

El algoritmo inicia a partir de una solución inicial, en este caso se crea de manera aleatoria. Esta solución consiste en un vector de valores binarios del tamaño de todos los pedidos a agrupar. Donde cada 1 significa que ese pedido es parte de la tarima en cuestión.

3.4.2.0.3. *Función Objetivo*

La función objetivo corresponde al criterio para elegir a que vecino saltar entre iteraciones. En este caso, se define la función objetivo como el número de coincidencias de pasillo entre los pedidos. Es decir, cuántos pasillos tienen en común, de esta manera existe un incentivo para agrupar la mayor cantidad de pedidos pero no cuando no comparten pasillos. Así, minimiza la congestión y las distancias entre pedidos, y maximiza la cantidad de productos por tarima.

3.4.2.0.4. *Búsqueda por el vecindario*

La búsqueda por el vecindario, a lo que se refiere es a la creación de variaciones y evaluación de cada una de estas. En este caso, los vecinos corresponden a todas las variaciones de una tarima, donde se agrega o se resta un pedido de esta.

3.4.2.0.5. *Lista tabú*

La lista tabú corresponde al registro de vecinos que ya fueron evaluados, en este caso se recurre a una lista con memoria a corto plazo, es decir tiene una cantidad máxima de respuestas a almacenar y, que, al superar esta cantidad, se procede a eliminar el registro más antiguo para reemplazarlo con la última respuesta (Fouskakis y Draper, 2002). Según Fouskakis y Draper (2002), no existe una forma única de definir el tamaño de la lista, pero recomienda utilizar $2 * \sqrt{p}$ donde p corresponde al tamaño del vector de solución, este enfoque es adecuado dado que el tamaño de este vector irá cambiando conforme se vayan creando los *batches*, habiendo cada vez menos pedidos que asignar y un vector de menor tamaño.

3.4.2.0.6. *Criterio de convergencia*

El criterio de convergencia corresponde al evento que hace que el algoritmo concluya con sus iteraciones. Se define como valor de convergencia 1000 iteraciones para alcanzar una solución adecuada.

3.4.2.0.7. *Secuenciamiento o ruteo*

Una vez agrupados todos los productos se procede a secuenciarlos utilizando el algoritmo propuesto en la sección 3.4.1.

3.4.2.1. *Interfaz de usuario*

De igual manera que con el algoritmo de rutas propuesto, con el fin de facilitar la implementación del algoritmo presentado en esta sección, se diseña una aplicación web, para que funcione como una interfaz de usuario. En el Apéndice 12 se adjunta el manual de usuario de la interfaz en cuestión.

3.5. Conclusiones de la fase de diseño

En primer lugar, se proponen criterios para la aplicación del *complete order picking* y *split order picking* en pedidos ordinarios, así como criterios para el *batch order picking* en el caso de los extra-pedidos. Esto debido a que no existen criterios técnicos para la aplicación de ninguno de los métodos, ni se aplican cuando estos son pertinentes. Según simulaciones la aplicación de estos criterios implicaría reducciones hasta de 300 metros por recorrido y hasta un 37 % en tiempos de preparación, en el caso de los pedidos ordinarios. Mientras que en extra-pedidos se obtuvieron reducciones hasta de 600 metros en distancias recorridas. Estos ahorros permitirían que exista una mayor disponibilidad de tiempo productivo, lo cual implica un aumento en la capacidad de preparación de pedidos del ALDI.

Se proponen requisitos funcionales para mejorar el sistema utilizado en el ALDI, basándose en las deficiencias y oportunidades identificadas. Estos requisitos buscan agilizar las tareas operativas del alisto, disminuir la susceptibilidad a errores humanos y reducir la dependencia del uso manual del sistema, que actualmente ocupa el 12,59 % del tiempo de los bodegueros. Se espera, que la implementación de estos requerimientos reduzca el tiempo necesario para la preparación de pedidos y disminuya las inconsistencias.

Además, se propone una zonificación del almacén, así como una herramienta para el acomodo de los productos dentro de las zonas, debido a que la distribución actual del almacén no se considera pertinente. Se pretende, por medio de la propuesta, minimizar la cantidad de devoluciones que representan el 20 % de las líneas alistadas en una ruta de alisto debido a los diferentes pesos de productos. Lo cual implica una potencial reducción de la fracción de tiempo necesario para alistar, y con esto aumentar la capacidad del alisto.

Se diseña un proceso de asignación de pedidos, dadas las ineficiencias identificadas del proceso de alisto, la carencia de un método estándar para la asignación de pedidos y el peligro a la continuidad de la preparación de pedidos. A partir del cual, permite un adecuado manejo de recursos, así como la reducción de tiempos ociosos de hasta 1,83 horas en extra-pedidos y 8,4 minutos en pedidos ordinarios. De lo que se infiere una mejoría a la continuidad del alisto de pedidos y un mejor aprovechamiento de los recursos dadas las necesidades del sistema.

Asimismo, se rediseña el proceso de alisto de pedidos para abordar los errores conceptuales del estándar documental, la falta de herramientas para implementar el estándar procedimental, el 54,55 % de tareas que no generan valor al proceso, así como los niveles de pedidos con inconsistencias que comprenden hasta un 22 % de los mismos. Obteniendo de esta manera la simplificación del proceso, la reducción de las inconsistencias debido a la inspección incorporada, el alineamiento del proceso con la estrategia propuesta y un aumento del valor agregado de las tareas en 13 puntos porcentuales aproximadamente. Así se lograría una reducción de la carga en la línea de extra-pedidos, mejorar el nivel de servicio y el desempeño de los alistadores y el sistema de alisto.

Por último se diseñan dos herramientas para apoyar las operaciones del proceso de alisto. La primera consiste en la agrupación de pedidos basada en algoritmos meta-heurísticos de búsqueda Tabú presentada por medio de una aplicación web, dada la inexistencia de métodos o criterios para la agrupación de órdenes. Esto resulta en la automatización y mejora del alisto por medio de la formación de grupos de pedidos según los criterios definidos en la estrategia, lo que implica que los pedidos se logren alistar con mayor velocidad y una disminución en la cantidad de recorridos necesarios para su preparación.

La segunda consiste en una herramienta de optimización de rutas de alisto basada en algoritmos meta-heurísticos de computación evolutiva, presentada por medio de una aplicación web, debido a la ausencia de métodos de secuenciamiento de conformación de pedidos. Esto resulta en la automatización de la creación de rutas de preparación de pedidos que minimizan las distancias recorridas y brindan guía a los alistadores. De lo que se prevé una reducción de los tiempos de transporte, los cuales ascienden hasta un 24,57 % de la jornada laboral efectiva del bodeguero.

Capítulo 4. Validación

4.1. Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos generales y específicos de la etapa de validación del proyecto.

4.1.1. Objetivo general

Evaluar la propuesta de rediseño del proceso de alisto para el ALDI de la CCSS, con el propósito de demostrar el impacto de sus beneficios tanto productivos como económicos en la conformación de pedidos, la pertinencia de los procesos diseñados, así como la consistencia de la herramienta de secuenciamiento bajo distintos escenarios.

4.1.2. Objetivos específicos

- a. Ejecutar pruebas simuladas al sistema de alisto propuesto con la finalidad de demostrar la consistencia de los resultados de la herramienta de optimización de rutas de alisto (secuenciamiento).
- b. Ejecutar pruebas de simulación del alisto de pedidos aplicando el rediseño del sistema de alisto con la finalidad de cuantificar el impacto de su beneficio.
- c. Presentar y capacitar a personal clave del ALDI sobre la estrategia, los procesos de asignación y alisto de pedidos diseñados, así como las herramientas desarrolladas con el fin de obtener el nivel de satisfacción del personal sobre las propuestas, así como su correcta aplicación.

4.2. Metodología de la validación

En la Tabla 26 se presenta la metodología desarrollada para la etapa de validación del proyecto. Esta presenta tres actividades a desarrollar, cada una acompañada de sus correspondientes herramientas y productos esperados.

Paralelamente, se presenta el mapa mental para esta fase en la Figura 67, la primera rama desarrolla el primer objetivo específico y la segunda rama, muestra la estructura del segundo objetivo planteado anteriormente.

4.3. Cuantificación de los beneficios de implementación de los métodos operativos críticos propuestos

En la presente sección, se llevan a cabo pruebas, tanto en situaciones reales como en simulaciones, con el propósito de evaluar los métodos operativos y las herramientas utilizadas en las tareas críticas de conformación de pedidos. El objetivo principal es cuantificar los beneficios derivados de la implementación de estas mejoras. Esto corresponde a la primera rama del mapa mental mostrado en Figura 67.

4.3.1. Pruebas controladas

En primera instancia, se realiza una comparación de los tiempos de alistamiento según el alisto regular histórico con respecto al alisto realizado con las propuestas incorporadas para un pedido del ALDI. Posteriormente, se recurre a la simulación para efectuar una comparativa de las distancias recorridas durante el proceso de alistamiento de pedidos y para probar la consistencia de los datos obtenidos del algoritmo para

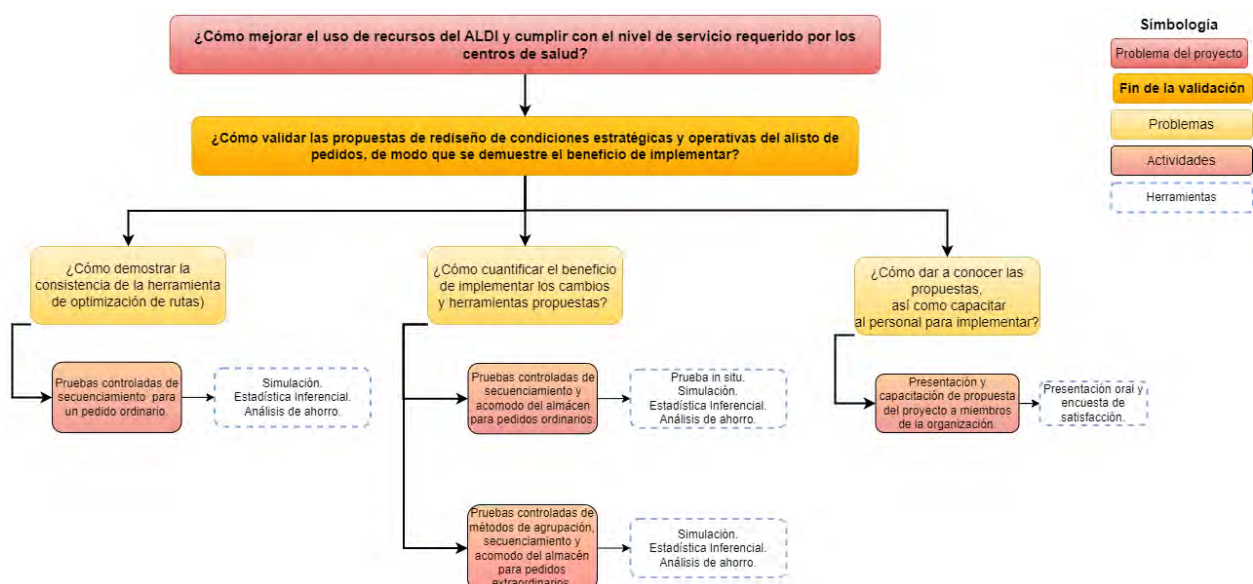
Tabla 26

Metodología de la fase de validación

Objetivos específicos	ID	Actividades	Herramientas	Productos esperados
Ejecutar pruebas simuladas al sistema de alisto propuesto con la finalidad de demostrar la consistencia de los resultados de la herramienta de optimización de rutas de alisto (secuenciamiento).	1	Pruebas controladas en simulación del sistema de alisto.	Simulación. Estadística inferencial. Análisis de ahorro.	Nivel de consistencia de la herramienta. Ahorro en distancias del pedido.
	2	Prueba controlada de alisto de pedidos.	Toma de tiempos de prueba de alisto in situ. Estadística inferencial. Análisis de ahorro.	Ahorro en tiempo de alisto del pedido.
Ejecutar pruebas de simulación del alisto de pedidos aplicando el rediseño del sistema de alisto con la finalidad de cuantificar el impacto de su beneficio.	3	Pruebas controladas en simulación del sistema de alisto para pedidos ordinarios mensuales.	Simulación. Estadística inferencial. Análisis de ahorro.	Ahorro de la propuesta para para pedidos ordinarios mensuales.
	4	Pruebas controladas en simulación del sistema de alisto para extra-pedidos.	Simulación. Estadística inferencial. Análisis de ahorro.	Ahorro de la propuesta para extra-pedidos.
Presentar y capacitar a personal clave del ALDI sobre la estrategia, los procesos de asignación y alisto de pedidos diseñados, así como las herramientas desarrolladas con el fin de obtener el nivel de satisfacción del personal sobre las propuestas, así como su correcta aplicación.	5	Entrenamiento al personal clave del ALDI.	Presentación oral. Encuesta de satisfacción.	Personal clave capacitado. Porcentaje de satisfacción de la organización con el proyecto.

Figura 67

Mapa mental de la etapa de validación del proyecto



los métodos estudiados.

4.3.1.1. Metodología de pruebas controladas

En primer lugar, se aplican las herramientas desarrolladas en la fase de diseño a las pruebas mencionadas en la Tabla 27. En el caso del pedido ordinario mensual, se emplea el algoritmo de optimización de rutas de alisto. Para los extra-pedidos, se utiliza el algoritmo de agrupación de pedidos, así como el algoritmo de optimización de rutas.

En lo que respecta a la evaluación de distancias, se lleva a cabo una comparación entre las distancias estimadas por los diversos algoritmos y los resultados obtenidos a través de la simulación detallada en la sección Apéndice 7. Esta comparación se efectúa tanto para la disposición de los productos actual del almacén como para la configuración propuesta, que incorpora la zonificación y el acomodo generados por el algoritmo de *slotting* desarrollado en este estudio.

Estas pruebas son realizadas en la línea de proveeduría y extra-pedidos de proveeduría, debido a la limitación en cuanto a los datos de pesos y dimensiones con los que cuenta el almacén, al no estar estos disponibles para los productos de la sección de farmacia.

Tabla 27

Pruebas controladas realizadas

Tipo de pedido	Tipo de prueba	Herramienta
Pedido Ordinario	Comparación de tiempos	Toma de tiempos de alisto y recolección de datos históricos
	Comparación de distancias	Simulación
Extra-Pedido	Comparación de distancias	Simulación

4.3.1.2. Comparación de tiempos de alisto del pedido ordinario mensual

La prueba controlada de comparación de tiempos se limita a un pedido ordinario debido a las restricciones de disponibilidad de la organización en ese momento. Concretamente, se registran los tiempos de preparación de un pedido real al que se le ha aplicado el algoritmo de optimización de rutas. Luego, se comparan estos tiempos con los registros históricos de la duración de la preparación de pedidos en el mismo centro durante tres meses de 2023 (enero, febrero y marzo).

Esta implementación se lleva a cabo para el pedido mensual de proveeduría para el mes de julio del 2023 del área de salud de San Francisco-San Antonio seleccionado como caso de estudio.

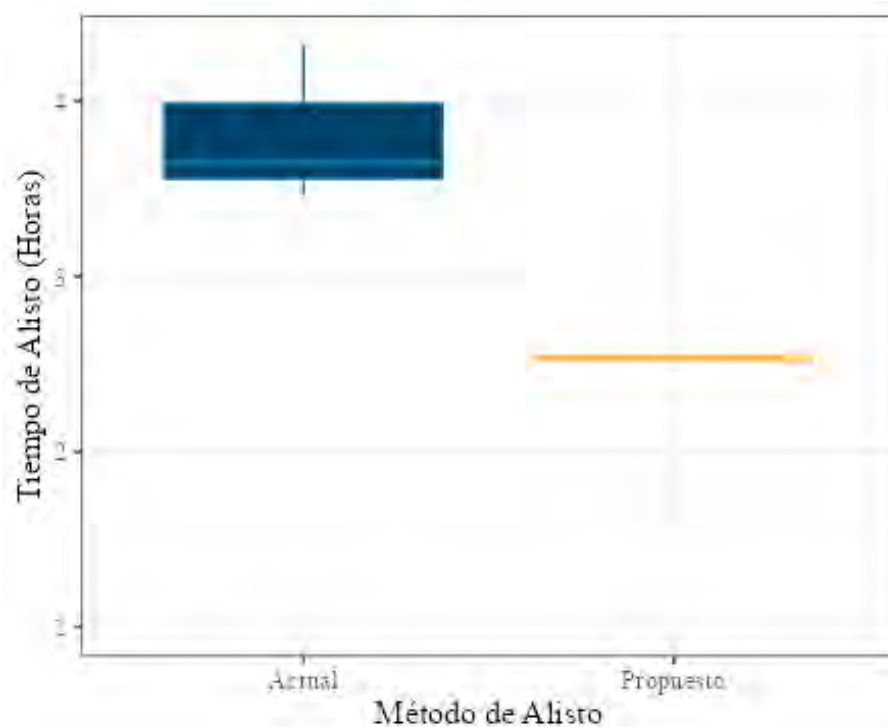
Dado que el ALDI no mantiene una base de datos con información acerca de los productos de su catálogo, se recolectan los datos de dimensiones, pesos, unidades de alisto y ubicación para cada una de las líneas de pedido (o código de producto). Esto con el fin de que el algoritmo de optimización de rutas de alisto procese el pedido y proporcione un resultado basado en los datos actuales para la prueba controlada.

Tras la implementación de esta solución, se procede a realizar una comparación entre las mediciones obtenidas y los tiempos de preparación registrados para pedidos mensuales del mismo centro durante los tres

meses previamente mencionados, que utilizan la estrategia y métodos actuales. Es importante mencionar que, como se explica en detalle en la sección 2.4.1, los pedidos mensuales tienden a exhibir una baja variabilidad en cuanto a los productos solicitados y las cantidades, lo que permite asumir que son comparables entre sí. Los resultados detallados de este análisis se presentan en la Figura 68.

Figura 68

Resultados de prueba controlada en comparación con los registros históricos para el pedido San Francisco-San Antonio



La implementación de la propuesta ha llevado a una notable reducción en el tiempo de preparación, que ahora se sitúa en 2,53 horas. Esta mejora es considerable si se compara con el método actual, que requiere 3,46 horas en el primer mes, 3,65 horas en el segundo mes y 4,32 horas en el tercer mes. Esto se traduce en un ahorro que oscila entre el 27 % y el 41 %. Esta disminución se debe principalmente a la eliminación del cálculo de conversiones y la necesidad de reprocesar la reconfiguración de la tarima (que actualmente impacta el 11 % de las líneas alistadas), además de proporcionar orientación sobre las ubicaciones, evitando desplazamientos innecesarios por buscar productos.

4.3.1.3. Comparación de distancias de alisto del pedido ordinario mensual

Con el fin de evaluar la consistencia de los datos obtenidos por medio del algoritmo, en primer lugar, se simula la distancia total recorrida para la elaboración del pedido utilizado en la prueba controlada, para los diferentes métodos, con una muestra de 100 corridas. Los cuatro métodos por evaluar en la simulación, de acuerdo con las diferentes soluciones mostradas en la propuesta de diseño corresponden a:

- a. **Actual:** Se refiere al método actual utilizado en el ALDI, sin ninguna propuesta implementada.
- b. **Slotting:** Método en el cual se implementa únicamente la propuesta de zonificación y *slotting* realizada.
- c. **Enrutamiento:** Método en el que se utiliza únicamente el algoritmo de secuenciamiento para el ruteo de los pedidos
- d. **Propuesta completa:** Se combinan las dos propuestas realizadas: *slotting* y secuenciamiento por medio del algoritmo.

Además de utilizar el pedido de San Francisco-San Antonio mencionado en la sección anterior, también se simulan otros cuatro pedidos similares al de este centro médico con el objetivo de poder estudiar las variaciones de los resultados obtenidos en varios casos. Esto se debe a que los algoritmos genéticos utilizados para optimizar las rutas son de naturaleza estocástica y pueden generar rutas diferentes si se ejecutan más de una vez. Además, analizar la variación proporciona una estimación de la convergencia de sus respuestas y, por ende, la confiabilidad de los resultados obtenidos.

En la Tabla 28, se muestra el coeficiente de variación de las distancias obtenidas con el método en donde se utiliza únicamente el secuenciamiento (es decir, se aplica la herramienta de optimización de rutas de alisto), destacando que el pedido uno corresponde al pedido de San Francisco-San Antonio, utilizado en la prueba controlada.

Tabla 28

Coefficiente de variación de las distancias obtenidas para cada pedido por medio del algoritmo propuesto, considerando el escenario donde se implementa únicamente el secuenciamiento

Pedido	Media (m)	Desviación estándar (m)	Coefficiente de variación (%)
1	1300,0	87,2	6,7 %
2	1289,0	43,8	3,4 %
3	1382,9	46,5	3,4 %
4	1512,1	73,2	4,8 %
5	1488,5	52,0	3,5 %

Cómo se puede observar en la Tabla 28 el coeficiente de variación de los pedidos simulados se encuentra desde 3,4 % hasta 6,7 %, lo que sugiere una baja variación entre los resultados obtenidos utilizando el algoritmo propuesto para evaluar el escenario donde se considera únicamente el secuenciamiento como herramienta a implementar, demostrando, de esta manera, la consistencia del algoritmo al considerar este escenario.

A continuación, se realiza el análisis de consistencia del algoritmo, evaluando las distancias obtenidas mediante este, para el método donde se implementa la propuesta completa (secuenciamiento en conjunto con el *slotting*). Los resultados son presentados en la Tabla 29.

Los resultados presentados en la Tabla 29 muestran la consistencia de las distancias obtenidas, utilizando el algoritmo propuesto y evaluando la propuesta completa, al ser el mayor coeficiente de variación de un 6,5 % entre las 100 corridas realizadas para cada pedido.

Tabla 29

Coefficiente de variación de las distancias obtenidas para cada pedido por medio del algoritmo propuesto, considerando el escenario donde se implementa la propuesta completa

Pedido	Media (m)	Desviación estándar (m)	Coefficiente de variación (%)
1	577,9	30,9	5,3 %
2	654,3	42,7	6,5 %
3	540,5	39,9	7,4 %
4	683,3	37,0	5,4 %
5	580,8	28,0	4,8 %

Demostrando para ambos escenarios, que el algoritmo de secuenciamiento proporciona resultados consistentes se procede a cuantificar el ahorro porcentual de las distancias obtenidas utilizando los distintos métodos, en comparación con el método que se ejecuta actualmente en la línea, para el pedido San Francisco-San Antonio. Para esto se analizan los datos obtenidos de las 100 corridas realizadas en el análisis de consistencia mostrado previamente, correspondientes al pedido 1. A continuación se muestra un resumen de los ahorros obtenidos.

Tabla 30

Media y desviación estándar de los ahorros porcentuales por método para el pedido San Francisco-San Antonio

Medida	Slotting	Secuenciamiento	Secuenciamiento y slotting
Media	35,2 %	-37,9 %	40,0 %
Desviación Estándar	0,0 %	11,1 %	4,0 %

A partir de los resultados presentados en la Tabla 30 se determina que, en el caso de pedidos similares a este centro, el ahorro en distancias va a ser en promedio 35,2 % al aplicar únicamente el *slotting*, mientras que, utilizando la propuesta completa, este valor va a incrementar alrededor de unos cinco puntos porcentuales en promedio. En el caso del método en donde se utiliza únicamente el secuenciamiento, en este se deben recorrer mayores distancias, denotado por el valor obtenido negativo ya que, se aplica en un almacén que no está zonificado por criterios de optimización. Sin embargo, utilizar este método presenta otras ventajas como la eliminación de tiempos improductivos por búsqueda de códigos, así como de los reacomodos innecesarios por restricciones de peso de los productos.

Estos resultados son aplicables solo para pedidos que tengan un alto grado de similitud al del centro San Francisco - San Antonio, por lo que en la siguiente sección se procede a ampliar este análisis, añadiendo pedidos de distintas dimensiones, con el fin de poder capturar el intervalo de ahorro esperable por pedido, tomando en cuenta las variaciones en la demanda solicitada.

4.3.1.4. Simulación de distancias de pedidos ordinarios semanales

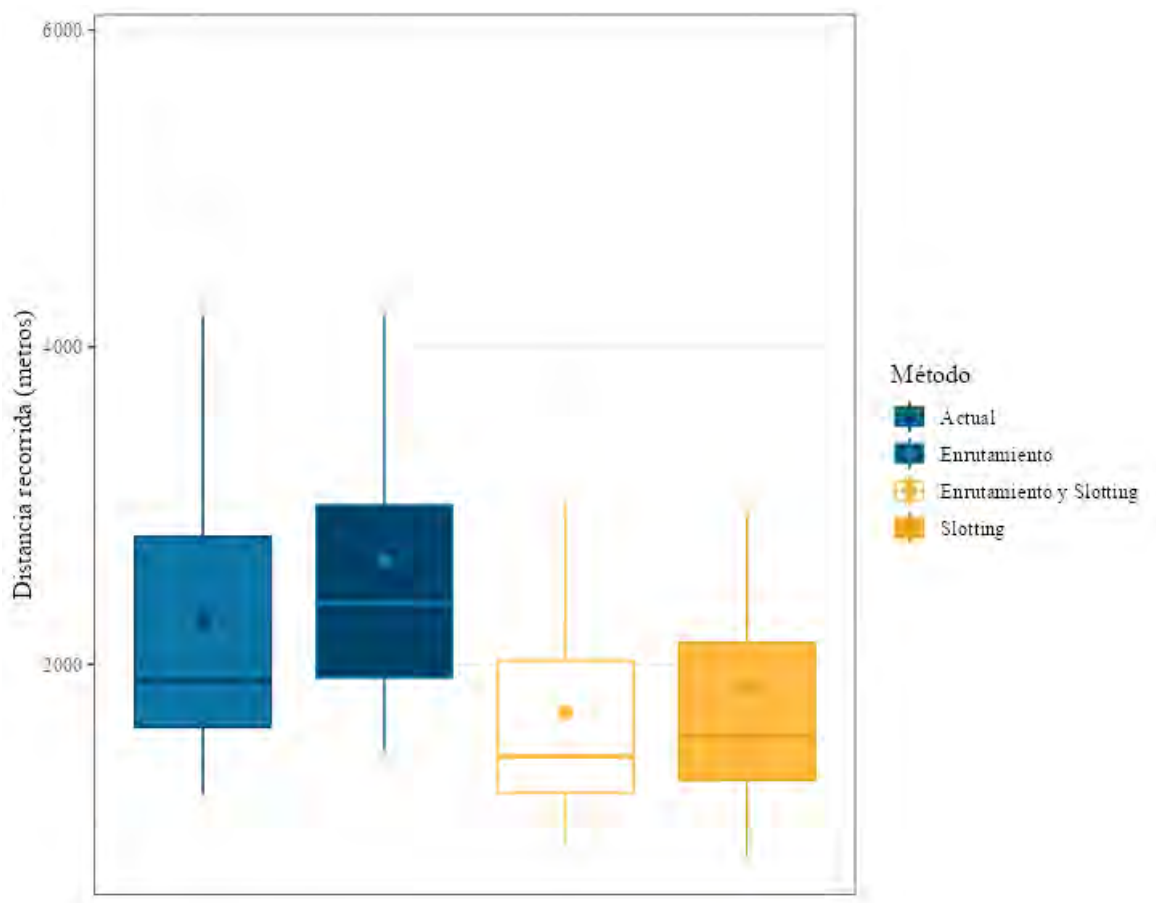
Con el objetivo de complementar los porcentajes de ahorro presentados en la sección anterior, se lleva a cabo

la simulación de las distancias recorridas, comparando los 4 métodos explicados. Estas comparaciones se realizaron utilizando un conjunto de 37 pedidos reales provenientes de la línea de proveeduría. La elección de esta cantidad de pedidos se basó en la frecuencia establecida en el proceso de alisto, que promedia 37 pedidos a la semana.

Los resultados referentes a las distancias recorridas se presentan gráficamente en la Figura 69. En esta representación, cada punto representa la media de las distancias obtenidas a través de las distintas estrategias evaluadas.

Figura 69

Resultados de distancias recorridas por método en la prueba simulada



En el escenario actual, donde ninguna de las propuestas se implementa, la distancia media recorrida asciende a 2 282 metros, con una mediana de 1 890 metros. Sin embargo, al implementar exclusivamente la estrategia de secuenciamiento, esta distancia se incrementa a 2 645 metros, con una mediana de 2 385 metros. Este incremento en las distancias se produce mientras se mantiene un rango similar de valores, lo que indica un aumento general y constante en las distancias recorridas.

Este aumento en las distancias se atribuye a la restricción de alistar los productos de mayor a menor peso, impuesta al algoritmo de optimización de rutas. Esta limitación no se aborda en la configuración actual del

almacén, lo que resulta en devoluciones y recorridos constantes entre pasillos, ya que debe respetar el orden de los pesos. Es importante destacar que, a pesar del incremento en la distancia recorrida, la implementación de la estrategia de enrutamiento por peso propuesta conlleva a la eliminación de reacomodos de tarima.

Por otra parte, al considerar únicamente la implementación de la estrategia de *slotting*, se observa una disminución significativa en la distancia media recorrida, la cual se reduce a 1 849 metros y una mediana de 1 544. Esta mejora se atribuye a la consideración de la popularidad de los productos, lo que resulta en una disposición que coloca los productos más populares más cerca entre sí y más cerca de la salida del pasillo, reduciendo así la distancia de recorrido.

Una vez que ambas estrategias, el enrutamiento y el *slotting*, son implementadas conjuntamente, se obtiene la menor distancia media recorrida, con un valor medio de 1 697 metros y una mediana de 1 419. Esto se debe a que la optimización de la disposición de los productos propuesta por el *slotting* tiene en cuenta tanto la popularidad como el peso, permitiendo que se pueda generar un enrutamiento más eficiente sin verse afectado por las variaciones en el peso de los productos, a diferencia del ordenamiento actual. Estos resultados respaldan la recomendación de implementar ambas estrategias para lograr una reducción significativa en las distancias recorridas durante el proceso de alisto en el almacén.

Estos resultados sugieren que la combinación de ambas propuestas tiene el mayor impacto positivo en la reducción de las distancias recorridas durante el proceso de alisto. La estrategia de *slotting* por sí sola también mostró una mejora sustancial en comparación con el método actual, mientras que el enrutamiento, por separado, no logró superar el desempeño del método actual en términos de distancia recorrida.

Con el propósito de evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las propuestas y el método actual, se aplica la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, que es apropiada para comparar las medias de dos poblaciones que no siguen una distribución normal (Rivas-Ruiz, Moreno-Palacios, y Talavera, 2013). Los resultados de esta prueba se detallan en la Tabla 31, y se observa que el valor p obtenido para todas las propuestas es menor que el nivel de significancia establecido (0,05). Por lo tanto, es posible concluir que existen diferencias significativas entre las propuestas evaluadas en términos de las distancias recorridas y el método actual durante el proceso de alisto.

Tabla 31

Resultados de la prueba Mann-Whitney para distancias de las propuestas en pedidos ordinarios

Método comparado	Valor P
<i>Slotting</i>	0,006375
Enrutamiento	0,007272
Enrutamiento y <i>slotting</i>	0,0003337

Los resultados obtenidos confirman que las propuestas de optimización tienen un impacto estadísticamente significativo en las distancias de recorrido para el alisto de los pedidos por lo que el siguiente paso consiste en cuantificar el alcance de esta diferencia. Esto se logra mediante el cálculo de porcentajes de ahorro en distancia, que indican cuánto se reducirían las distancias necesarias para preparar un pedido al implementar cualquiera de las propuestas en comparación con el método actual. Estos porcentajes se derivan de la com-

paración de los resultados obtenidos con el método actual en relación con los otros tres métodos analizados. La Tabla 32 presenta tanto la media como la desviación estándar de los ahorros porcentuales para cada uno de los métodos examinados.

Tabla 32

Media y desviación estándar de los ahorros porcentuales por método

Medida	Slotting	Enrutamiento	Enrutamiento y slotting
Media	19,9 %	-18,3 %	25,4 %
Desviación Estándar	10,7 %	22,4 %	13,0 %

En la Tabla 32 se observa que el método con la propuesta completa (enrutamiento y *slotting*) presenta la media con el mayor ahorro porcentual entre los 3 métodos estudiados, mientras que el método en el que se utiliza solo el enrutamiento no presenta ahorros en distancias al presentar un porcentaje negativo, pero conlleva los beneficios vistos anteriormente.

Para comparar los ahorros obtenidos, se realiza un análisis de varianza de estos porcentajes. El propósito es determinar si las estimaciones de ahorro son estadísticamente diferentes entre las propuestas, es decir si las propuestas presentan distintos beneficios.

En este análisis se comparan únicamente los métodos de *slotting* y enrutamiento con *slotting*, debido a que son los que brindan ahorros positivos. A diferencia de las distancias, se encuentra que los ahorros porcentuales de estos métodos siguen una distribución normal, según los resultados de la prueba de normalidad de Anderson-Darling. Todos los valores p resultantes de esta prueba fueron mayores que el nivel de significancia, lo que indica que los datos se ajustan a una distribución normal. Estos valores p específicos fueron 0,6658 para el *slotting* y 0,9079 para la implementación de ambas propuestas. Por otro lado, mediante la prueba de Barlett, se demuestra con un valor p de 0,2506 que no hay evidencia suficiente para indicar que las varianzas son distintas, por ende, se cumplen con los supuestos del ANOVA. Los resultados del análisis de varianza se muestran en la Tabla 33.

Tabla 33

Resultados de la prueba ANOVA para ahorros de las propuestas en pedidos ordinarios

Fuente	GL	SC Adjustada	MC Adjustada	Valor F	Valor P
Método	1	0,0569	0,05685	4,003	0,0492
Residuales	72	1,0225	0,01420		

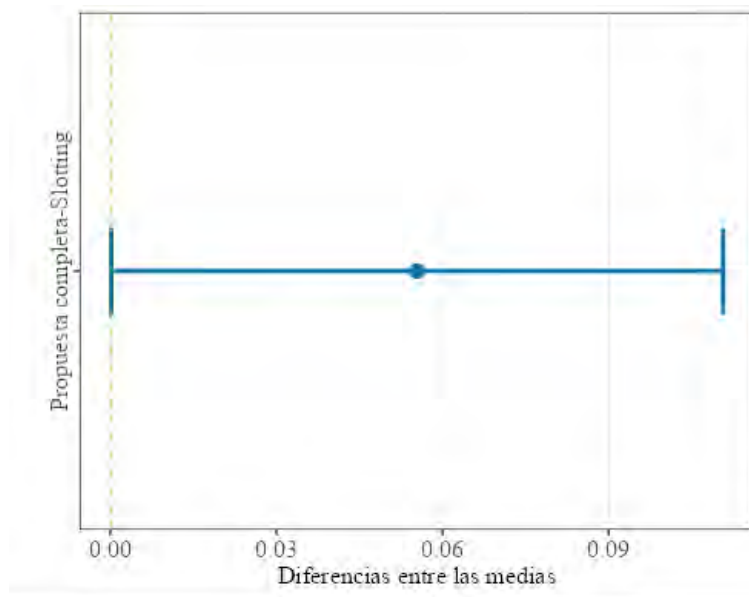
A través del análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se detallan en la Tabla 33, se determina que el valor p es menor que el nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula que afirmaba que las medias de las propuestas provienen de la misma población. Esto implica que existe una diferencia estadística entre los porcentajes de ahorro obtenidos mediante las distintas propuestas.

Sin embargo, es importante destacar que el resultado de esta prueba se encuentra muy cercana al nivel de significancia, por lo tanto, se procede a realizar una prueba adicional para evaluar las diferencias entre pares

de medias en orden de determinar si significativamente diferentes entre sí y si existe un traslape entre los métodos. En este caso, se ha optado por utilizar la prueba de Tukey (Abdi y Williams, 2010), que es una de las más comunes para este tipo de análisis.

Figura 70

Resultados de prueba de tukey para los ahorros de propuestas en pedidos ordinarios



En la Figura 70, se presenta un análisis que exhibe las diferencias en las medias entre cada combinación de métodos, utilizando un nivel de confianza del 95 %. La línea vertical punteada en la gráfica indica el punto en el que la diferencia entre las medias es nula. Se observa que el intervalo toca la línea punteada, pero no es cortada por esta, por lo que, al igual que los resultados obtenidos por el ANOVA, los ahorros presentados del método solamente con el *slotting* y la propuesta completa son estadísticamente diferentes entre sí.

En este punto, se procede a cuantificar el intervalo de confianza del ahorro para las propuestas con el objetivo de determinar la magnitud de los beneficios de su implementación. La Tabla 34 muestra los intervalos de confianza para el ahorro esperado al implementar cada una de las propuestas, utilizando un nivel de confianza del 95 %.

Tabla 34

Intervalos de confianza para el ahorro porcentual según el método

Intervalo	Slotting	Enrutamiento y <i>slotting</i>
Intervalo Superior	23,3 %	29,6 %
Intervalo Inferior	16,4 %	21,2 %

Los intervalos de confianza mostrados en la Tabla 34 indican que la propuesta completa ofrece un ahorro máximo superior de aproximadamente seis puntos porcentuales adicionales, con respecto a la implementa-

ción exclusiva del *slotting*, y con un ahorro mínimo superior de 4,81 puntos porcentuales. Esto sugiere que la implementación de la propuesta completa tiene el potencial de generar mayores beneficios en comparación con la implementación exclusiva del *slotting*. Pero es importante recordar que la implementación del algoritmo de rutas no implica únicamente reducciones de distancias, sino también en la eliminación de las reconfiguraciones de tarima, así como cálculos manuales que actualmente realizan los bodegueros, por lo que el beneficio no sería exclusivo en distancias sino también en tiempos.

Por último, se presentan el beneficio económico que implica el ahorro porcentual en distancias recorridas de cada uno de los métodos. Para esto, se totalizan en primer lugar los ahorros en tiempo obtenidos de los 37 pedidos semanales para cada método, los cuales se muestran en la Tabla 35. De este análisis se excluye el método en el que se utiliza únicamente el enrutamiento, debido a que este no presenta ahorros en distancias, cómo se presentó en la Tabla 32.

Tabla 35

Ahorros semanales obtenidos a partir de la disminución en distancias recorridas por método

Ahorro	<i>Slotting</i>	Enrutamiento y <i>slotting</i>
Semanal (horas)	10,1	13,7

Por lo tanto, es posible reducir 10,1 horas hombre, de manera semanal, en traslados en el alisto al implementar únicamente el *slotting* en los productos del almacén, mientras que al implementar también el enrutamiento se puede incrementar estos tiempos a 13,7 horas hombre, que equivale a 54,8 horas mensuales lo cual es superior a una semana de trabajo de un alistador. Esto trae beneficios potenciales al proceso ya que se puede invertir este tiempo ahorrado en tareas que traigan valor, cómo por ejemplo la actividad de inspección final de tarimas propuesta.

A partir de estos ahorros semanales en horas hombre, se procede a obtener el beneficio económico que estos representan de manera semanal, mensual y anual para el ALDI. Para esto se utiliza el salario mensual base de un bodeguero (352 164,91 colones (MTSS, 2023)) con el fin de calcular cuánto representa económicamente la disminución de tiempo que tienen que invertir en recorridos de alisto. En la Tabla 36 se muestran los ahorros económicos obtenidos a partir de la disminución en distancias, para cada uno de los métodos.

Tabla 36

Ahorros económicos obtenidos a partir de la disminución en distancias recorridas por método

Ahorro	<i>Slotting</i>	Enrutamiento y <i>slotting</i>
Semanal	¢ 20 245	¢ 27 370
Mensual	¢ 80 980	¢ 109 479
Anual	¢ 971 763	¢ 1 313 751

Según los resultados de la Tabla 36, el ahorro mensual es potencialmente de 109 479 colones, lo cual representa el 31 % del salario de un bodeguero. De forma anual este ahorro asciende hasta los 1 313 751 colones.

4.3.1.5. Simulación de distancias de extra-pedidos.

El procedimiento anterior se aplica de igual manera a los extra-pedidos, cuantificando de la misma forma el beneficio asociado a su implementación. La diferencia principal entre ambas secciones, más allá del tipo de pedido, radica en la utilización del algoritmo de agrupación de pedidos o *batch*, y en los métodos evaluados. Los tres métodos evaluados son:

- a. **Actual:** Se refiere al método actual utilizado en el ALDI, sin ninguna propuesta implementada. Implica el alisto individual de cada uno de los pedidos, sin que estos sean procesados por los algoritmos.
- b. **Agrupación y enrutamiento:** Los pedidos son procesados por la herramienta de optimización de rutas de alisto y la herramienta de agrupación de pedidos, sin embargo, se utilizan las posiciones actuales de los productos.
- c. **Propuesta completa:** Comprende utilizar las tres herramientas propuestas, en este caso los pedidos son procesados por medio de las herramientas de agrupación de pedidos y de optimización de rutas esto se realiza con base a un almacén redistribuido después de aplicar la herramienta de *slotting* en el área de los productos de proveeduría.

Se realiza la simulación para 156 extra-pedidos, que equivalen a la demanda aproximada de una semana y media. Estos se logran agrupar por medio del algoritmo en 43 *batches* de extra-pedidos para el método 2 y 42 *batches* para el método 3. Los resultados de las distancias recorridas se presentan en la Figura 71 y la Figura 72, a partir de ellas se puede observar que en ambos escenarios las distancias recorridas para alistar los extra-pedidos siendo estos agrupados, son menores con respecto a la manera de alistar actualmente los mismos. El rango intercuartílico de ambas propuestas es menor a la mediana de los resultados del escenario actual, es decir estando el 50 % de los resultados debajo de mediana.

Figura 71

Gráficos de cajas de datos del método 2 con respecto al método 1 (actual)

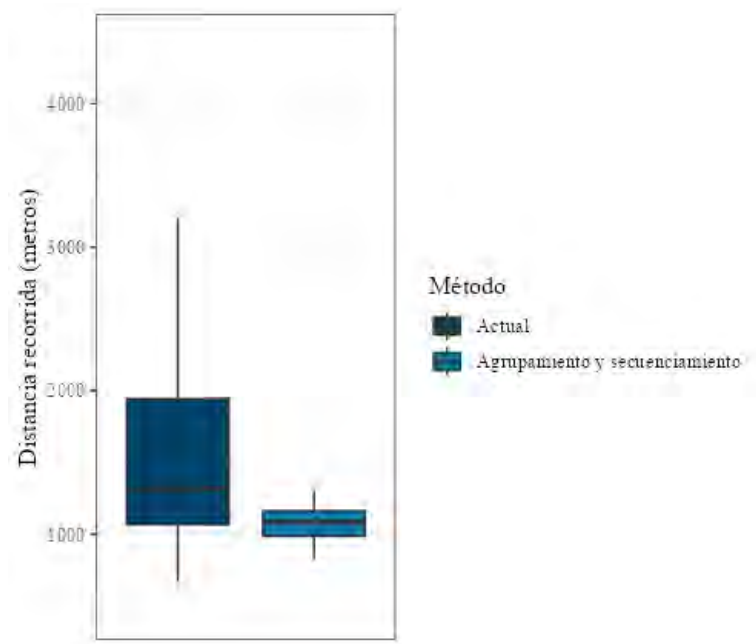
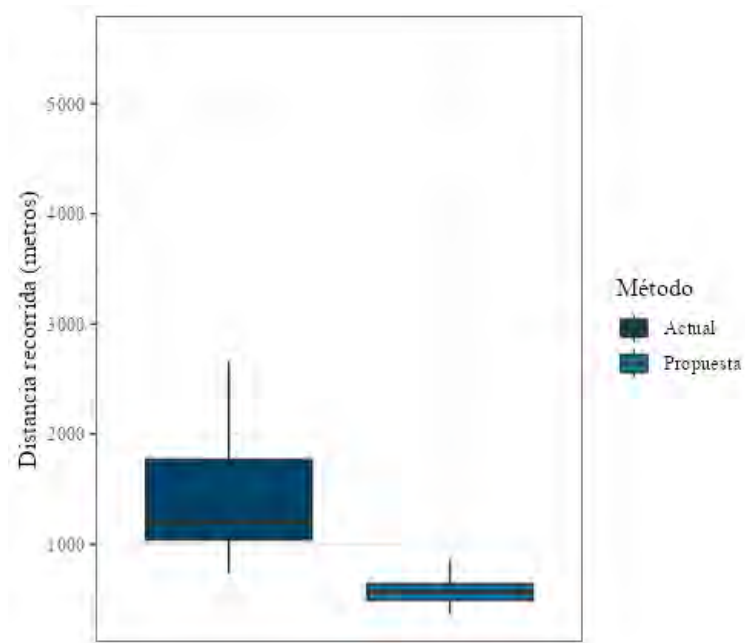


Figura 72

Gráficos de cajas de datos del método 3 con respecto al método 1 (actual).



A partir de los resultados de la simulación se procede a realizar una comparación entre el método actual y el método de agrupación con secuenciamento, así como entre el método actual y método propuesto;

esto se realiza para comprobar que hay una diferencia estadísticamente significativa al implementar parcial y completamente las propuestas estratégicas y operativas en el alisto de extra-pedidos con respecto a la situación de alisto actual del almacén. Para esto se utiliza la prueba Mann-Whitney para determinar si las medianas de estos grupos son distintas para datos no normales, cuyos resultados están se muestran en la Tabla 37.

Tabla 37

Resultados de prueba de Mann-Whitney para las distancias recorridas en extra-pedidos

Método comparado	Valor W	Valor P
Agrupación y enrutamiento	1 265	0,0005013
Propuesta completa	1 840	<2.2e-16

Se puede observar que el valor de p es menor a 0,05, lo que demuestra que hay una diferencia estadísticamente significativa en las medianas de las distancias de implementar la agrupación de pedidos y el enrutamiento de los pedidos (optimización de rutas) tanto si se implementa también la redistribución del almacén como si no.

Adicionalmente, se calculan los ahorros generados por los dos métodos propuestos con el fin de establecer el intervalo de confianza del ahorro de distancias obtenido en cada uno. Cabe resaltar que, para obtener dichos rangos, se comprueba la normalidad de los datos de ahorros para los 156 pedidos analizados, cuyos valores p de la prueba de Anderson-Darling de normalidad son: para el ahorro del método de agrupación y enrutamiento es de 0,8847, mientras que para la propuesta completa es de 0,8961.

Seguidamente, una vez se comprueba que los datos son normales, se procede a calcular un intervalo de confianza del potencial ahorro que conlleva el agrupar y optimizar las rutas de los *batches* de extra-pedidos para su alisto tanto en la configuración actual del almacén como en el caso de un espacio reacomodado. Estos resultados se presentan en la Tabla 38 donde, además, se observa que, aplicando la propuesta completa, los posibles ahorros en distancias para el alisto de extra-pedidos ascienden hasta a un 60,86 %. Asimismo, se demuestra que este caso presenta beneficios superiores los de la propuesta parcial.

Tabla 38

Intervalo de confianza del 95 % para la media de las distancias de extra-pedidos

Medida	Agrupación y enrutamiento	Propuesta completa
Media	19,9 %	56,7 %
Desviación Estándar	30,1 %	13,6 %
Intervalo superior	10,43 %	52,5 %
Intervalo inferior	29,2 %	60,7 %

Adicionalmente, a partir de los ahorros medios en distancias se estima su equivalencia económica con respecto al salario mensual mínimo para un bodeguero (₡ 352 164,91) y la velocidad promedio con la que se desplaza el alistador (2,275 s/m); los resultados se presentan en la Tabla 39.

Tabla 39

Ahorros económicos obtenidos a partir de la disminución en distancias recorridas por método para extra-pedidos

Ahorro	Agrupación y enrutamiento	Propuesta completa
Semanal	₡ 17 635,2	₡ 34 4452,8
Mensual	₡ 76 360,5	₡ 149 150,2
Anual	₡ 916 326,4	₡ 1 789 802,4

Estos beneficios económicos también pueden expresarse en ahorros de tiempo como lo muestra la Tabla 40; a partir de esta información se puede determinar que el ahorro es equivalente a alrededor de un 43 % de la jornada semanal de un alistador.

Tabla 40

Ahorros en tiempo obtenidos a partir de la disminución en distancias recorridas para extra-pedidos

Ahorro	Agrupación y enrutamiento	Propuesta completa
Semanal (horas)	8,8	17,2
Mensual (horas)	38,8	75,8

4.4. Presentación y entrenamiento del personal sobre las propuestas

En esta sección, se explican las capacitaciones dirigidas al personal de ALDI. Estas sesiones abordan la estrategia, los nuevos procesos de asignación y preparación de pedidos, así como las herramientas propuestas. El propósito fundamental es asegurar la aplicación precisa de estos conceptos y herramientas, además de obtener retroalimentación adicional. Todo esto se asocia a la segunda rama del mapa mental mostrado en Figura 67.

4.4.1. Validación de las propuestas desarrolladas para el proceso de aliste del ALDI

Con el fin de realizar la validación de las herramientas propuestas en la sección de este documento, entre las cuales se incluye el diseño del proceso de asignación de pedidos, el rediseño del proceso de aliste y la herramienta de optimización de rutas para la división y secuenciamiento de los pedidos, se realiza un entrenamiento, involucrando al jefe de la bodega y a los jefes de las líneas de alisto.

4.4.1.1. Objetivo general del entrenamiento

Proporcionar una explicación clara y completa sobre las propuestas de mejora para el alisto de pedidos del ALDI, realizadas en la etapa de diseño del proyecto, detallando sus características, requerimientos y demás componentes necesarios para su aplicación, asegurando de tal manera que se adquiera un conocimiento sólido acerca de estas y que los participantes estén capacitados para aplicarlas o tomar decisiones informadas relacionadas con ellas.

4.4.1.2. Objetivos específicos del entrenamiento

- a. Detallar el proceso de asignación de pedidos, de tal forma que las actividades, tareas, documentación que lo conforman, así como su seguimiento y medición, sea comprendido de manera clara por los participantes en la capacitación para su posterior aplicación en las líneas de alisto del ALDI.
- b. Detallar el rediseño del proceso de alisto propuesto para las líneas del ALDI, de tal forma que los cambios realizados en cuanto a sus actividades, tareas, documentación, así como el seguimiento y medición de este, sea comprendido de manera clara por los participantes en la capacitación para su posterior aplicación.
- c. Capacitar a los asistentes en el uso de la aplicación desarrollada para la optimización de rutas, así como la conformación de los *batches* de extra-pedidos.

4.4.1.3. Metodología del entrenamiento

En la Tabla 41 se muestra el programa planteado, incluyendo los temas a tratar, contenidos específicos de cada uno de ellos, el tiempo para su explicación, la metodología, las herramientas a utilizar y los asistentes a la sesión.

4.4.1.4. Resultados del entrenamiento

La capacitación se lleva a cabo el día 17 de agosto del 2023, con una asistencia de 3 personas. Abarcando los temas definidos en la sección 4.4.1.3 y después del espacio de preguntas se realiza una encuesta de satisfacción sobre los contenidos expuestos en la capacitación.

En la Figura 73, se muestran los resultados obtenidos referentes a la evaluación de la metodología de la capacitación, en donde se les pregunta a los asistentes qué tan de acuerdo estaban con las afirmaciones presentadas.

Como se muestra en la Figura 73, 67 % de los asistentes están de acuerdo con que los objetivos iniciales fueron claros, el 100 % está de acuerdo con que la organización de los temas fue adecuada para su comprensión y el 100 % se encuentra muy de acuerdo con que el material de apoyo y la gestión del tiempo en cada uno de los temas fue apropiado.

La siguiente sección de la encuesta realizada corresponde a la evaluación del contenido presentado. Los resultados se muestran en la Figura 74.

Con respecto a la evaluación de los contenidos del entrenamiento, el total de las respuestas muestran que los asistentes están muy de acuerdo con que el contenido explicado fue claro y entendible, además que el conocimiento adquirido es útil para el puesto de trabajo desarrollado. En lo referente a las propuestas de mejora presentadas, el 33 % y el 67 % de los asistentes están muy de acuerdo y de acuerdo, respectivamente, con que estas son pertinentes, útiles y aplicables para el proceso de alisto del ALDI.

Como tercer punto, se muestran los resultados referentes a los expositores (grupo de trabajo conformado por los estudiantes del presente proyecto) en la Figura 75.

Como se muestra en la Figura 75, todos los asistentes consideran que los expositores demuestran dominio de los temas abarcados y se encuentran de acuerdo y muy de acuerdo con que las preguntas realizadas fueron respondidas satisfactoriamente por el grupo de trabajo.

Figura 73

Resultados obtenidos de la evaluación de la metodología del entrenamiento

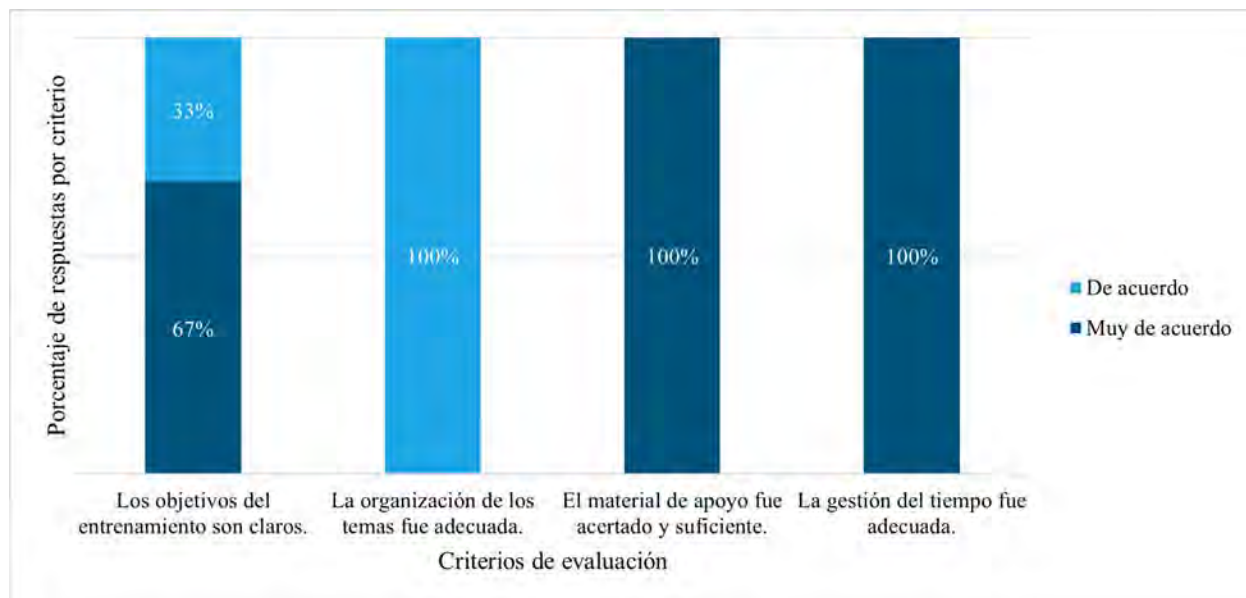


Figura 74

Resultados obtenidos de la evaluación de los contenidos del entrenamiento

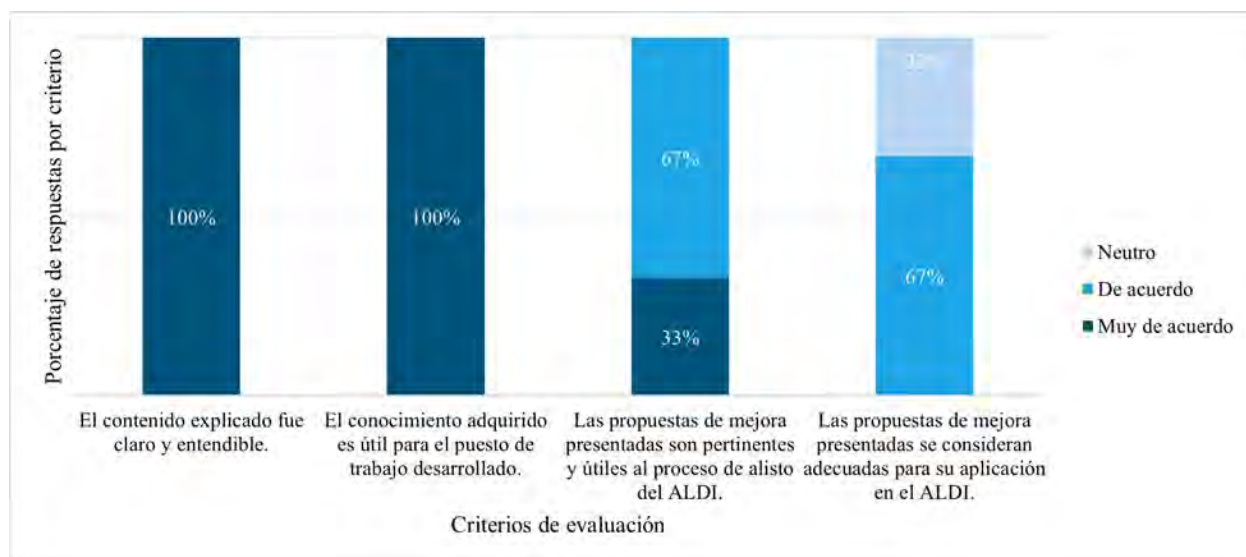


Tabla 41*Plan para la capacitación*

Tema	Contenido	Metodología	Herramientas	Asistentes
Proceso de asignación de pedidos diseñado.	- Generalidades del proceso - Instructivo del proceso. -Uso del registro de asignación de pedidos. -Documentación relacionada al proceso.	Charla virtual	Zoom	-Jefe de Bodega -Jefe de línea de farmacia -Jefe de línea de proveeduría
Proceso de alisto rediseñado.	- Generalidades del proceso. -Actividades del proceso. - Instructivo del proceso. -Registros de información. -Documentación relacionada al proceso.	Charla virtual	Zoom	-Jefe de Bodega -Jefe de línea de farmacia -Jefe de línea de proveeduría
Herramienta para optimización de rutas.	- Uso de la herramienta para extra-pedidos. -Uso de la herramienta para pedidos ordinarios.	Charla virtual	Zoom	-Jefe de Bodega -Jefe de línea de farmacia -Jefe de línea de proveeduría
Evaluación del contenido expuesto.	-Preguntas relacionadas al nivel de calidad del contenido presentado.	Encuesta	Google Forms	-Jefe de Bodega -Jefe de línea de farmacia -Jefe de línea de proveeduría

Por último, se evaluó la satisfacción general de los asistentes al entrenamiento, utilizando una escala desde muy insatisfecho a muy satisfecho. En la Figura 76, se puede observar que todos los asistentes se encuentran satisfechos y muy satisfechos con el aprendizaje recibido sobre las propuestas realizadas para el proceso de alisto del ALDI.

Figura 75

Resultados obtenidos de la evaluación de los expositores

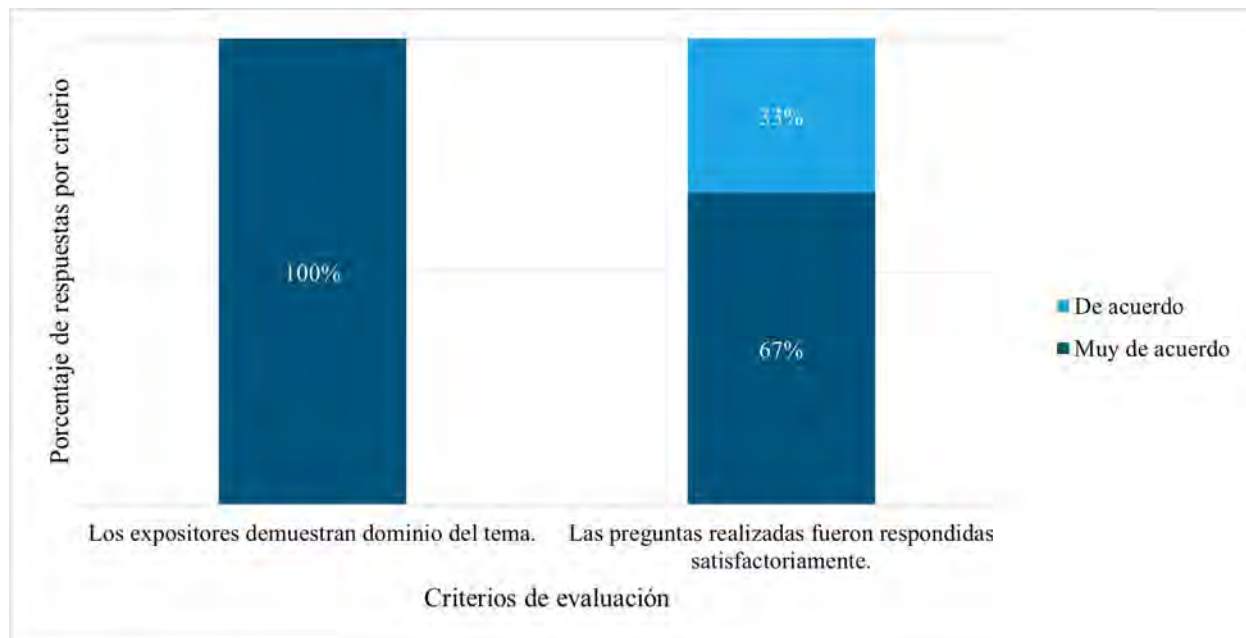
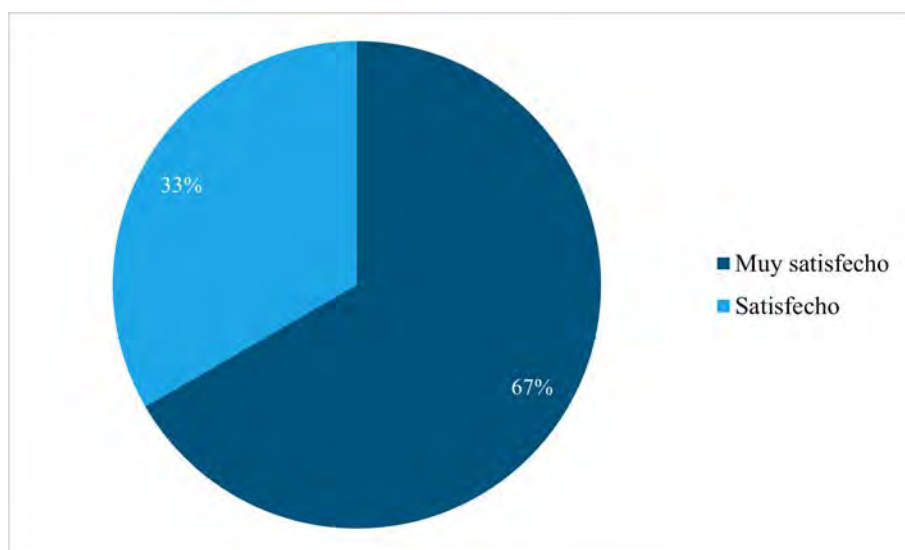


Figura 76

Nivel de satisfacción general de los asistentes con el entrenamiento



4.5. Indicadores de éxito del proyecto

A continuación se presenta el análisis de los indicadores de éxito del proyecto.

4.5.1. Utilización del alistador

El segundo indicador de éxito consta de la utilización del alistador, este se refiere a la relación entre el tiempo efectivo disponible y el tiempo utilizable de un preparador de pedidos en el almacén.

Para el cálculo de este indicador se utiliza la ecuación 16

$$\left(\frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo efectivo}}\right) * 100 \quad (16)$$

De esta manera la ecuación anterior, se aplica para calcular la utilización de un alistador de extra-pedidos y de pedidos ordinarios mensuales (de proveeduría en este caso), presentados en la Tabla 42 y Tabla 43, respectivamente.

Así, se observa que la utilización por bodeguero propuesta en extra-pedidos es de 42,7 %, es decir, aumenta en 12,14 puntos porcentuales, sin embargo, existe un ahorro potencial asociado a la eliminación o reducción de re-procesos, re-acomodos de la tarima, búsqueda de localizaciones de los productos, utilización de hojas de pedidos, el uso de calculadora y la disminución del uso del *hand held*. Tomando en cuenta este ahorro potencial, la utilización de esta línea es de 70,4 %, lo cual significa un aumento de 39,8 % puntos porcentuales para los preparadores de extra-pedidos.

Tabla 42

Resultados de utilización de extra-pedidos

Utilización	Resultado
Actual	30,5 %
Propuesta	70,4 %

Además, se obtiene que la utilización propuesta por alistador de pedidos ordinarios es de 64,7 %, es decir, aumenta en 11 puntos porcentuales con respecto a la utilización actual para la jornada efectiva laboral.

Tabla 43

Resultados de utilización de pedidos ordinarios mensuales (proveeduría)

Utilización	Resultado
Actual	53,7 %
Propuesta	64,7 %

4.5.2. Productividad

De acuerdo con Kanawaty (2011), la productividad se define como la relación entre la producción y los recursos empleados, y esta relación se utiliza para medir la eficiencia con la que se obtiene un producto a partir de recursos específicos. En el contexto de un proceso de alisto de pedidos, según lo descrito por

Frazelle (2016), esto se puede representar cómo el número de pedidos preparados para su despacho por cada hora de trabajo, siendo los pedidos preparados el producto y las horas-hombre el recurso utilizado. Esta relación se puede expresar mediante la ecuación 18.

$$\frac{\text{Pedidos preparados}}{\text{Horas hombre}} \quad (17)$$

A través de registros históricos de ALDI se ha determinado que en una semana se preparan un promedio de 37 pedidos ordinarios y 97,5 extra-pedidos en la línea de proveeduría. Dado que los alistadores trabajan 35 horas a la semana, la productividad actual, conforme a la ecuación 18, se calcularía en 1,05 pedidos por hora y 2,78 extra-pedidos por hora.

Por otro lado, basándonos en los resultados obtenidos en la sección de 2.4, se ha determinado que, de las 35 horas semanales disponibles, el 53,74 % se utiliza para pedidos ordinarios y el 30,53 % en extra-pedidos de proveeduría, lo que equivale a aproximadamente 19 y 11 horas, respectivamente. Por lo tanto, la tasa de pedidos semanales por el tiempo efectivo es de 1,96 para pedidos ordinarios y 9,12 para extra-pedidos.

Considerando esta tasa y el aumento en el tiempo productivo explicado en la sección de 4.5.1, es posible calcular los aumentos en la cantidad de pedidos que le es posible alistar al ALDI. Estos resultados se muestran en la Tabla 45 en conjunto con los valores actuales.

Tabla 44

Cantidad de pedidos alistados por semana

	Pedido Ordinarios	Extra-Pedidos
Actual	37	97,5
Propuesta	48,4	241,9

La Tabla 45 muestra el número de pedidos que el ALDI sería capaz de alistar en una semana laborada actualmente. Estos aumentos equivalen a un incremento de 30,8 % de de pedidos que pueden alistar para los pedidos ordinarios y un 148 % para extra-pedidos.

Finalmente, sabiendo que el tiempo total es de 35 horas semanales, es posible obtener los resultados de productividad mostrados en la Tabla ??.

Tabla 45

Cantidad de pedidos alistados por semana

	Pedido Ordinarios	Extra-Pedidos
Actual	1,1	1,4
Propuesta	2,8	6,9

De estos resultados, es posible observar un aumento considerable de la productividad, lo que significa mejores tiempos de respuesta para la organización y mejor utilización de los recursos y por ende de los costos.

4.5.3. Satisfacción de la organización

Para obtener la satisfacción de la organización con las propuestas realizadas, se desarrolla una reunión con el fin de entrenar al personal clave del área de Jefatura de alisto en las propuestas desarrolladas, así como obtener retroalimentación sobre las herramientas creadas. Los resultados de este entrenamiento se muestran en la sección 4.4 .

En la encuesta realizada en la sección 4.4, se inquiriere sobre el nivel de satisfacción del personal con el material, contenido, aplicabilidad de las propuestas en el ALDI, así como en el puesto de trabajo llevado a cabo, de lo cual se obtiene el porcentaje de satisfacción por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Personal satisfecho}}{\text{Personal Total}} \quad (18)$$

Los resultados de la encuesta realizada muestran que todo el personal asistente a la reunión se encuentra satisfecho o muy satisfecho con las propuestas desarrolladas, por lo que este indicador corresponde a una tasa de satisfacción del 100 %.

4.6. Conclusiones de la fase de validación

Tras la aplicación de las estrategias propuestas a cinco pedidos ordinarios mensuales de proveeduría, caracterizados por su similitud en términos de líneas de pedidos, cantidad solicitada, familia de productos y categorización de pesos, se ha llevado a cabo una simulación exhaustiva. El propósito de esta simulación fue estimar los resultados de la consistencia de la herramienta en comparación con dos escenarios distintos. A partir de esto se demuestra que la herramienta es altamente consistente, con un coeficiente de variación máximo en las distancias obtenidas del 7,4 %. Los resultados de la simulación respaldan la eficacia de la herramienta en la gestión de pedidos, así este hallazgo indica que la ruta generada por la herramienta para cada pedido procesado tiende hacia el óptimo, y no implica una variación significativa en comparación con repetir el procesamiento de la solicitud.

Se ejecuta una prueba controlada del alisto del pedido ordinario del centro médico San Francisco-San Antonio por medio de la capacitación de un bodeguero en el nuevo método de alisto propuesto, a partir de esto se obtiene un ahorro de un 30,7 % en tiempo de preparación del pedido, lo cual implica una reducción en tiempo de 1,28 horas en promedio. Además por medio una simulación, se realiza una comparación de las distancias obtenidas con los cuatro métodos evaluados, con lo que se obtiene una reducción del 40 %, en comparación con el método actual, utilizando la propuesta completa.

Se ejecuta una prueba simulada del alisto de pedidos ordinarios para 37 pedidos de la línea de proveeduría, los cuales representan los pedidos de una semana alistados en esta línea y presentan variaciones en cuanto a la cantidad de líneas de pedido, cantidad de producto solicitado, así como su categorización de peso. Esta simulación se ejecuta con la finalidad de cuantificar el impacto de la propuesta en distintos escenarios. De esto se obtiene que todos los métodos evaluados son estadísticamente diferentes al método actual, en donde la propuesta completa presentó los mayores beneficios con un intervalo de ahorro en distancias del 21,25 % al 29,63 %, siendo esto alrededor de 14 horas reducidas, a nivel semanal para la línea de proveeduría. Esta reducción en tiempo conlleva un aumento de capacidad en la línea así como disminución de tiempo improductivo por traslados. A pesar de que la simulación se realizó en la línea de proveeduría, se infiere

que, al implementar la propuesta completa en otras líneas como farmacia, se pueden observar beneficios semejantes a proveeduría tanto a nivel productivo como económico.

En cuanto a la línea de extra-pedidos, se llevan a cabo simulaciones de 156 solicitudes para la línea de proveeduría con el fin de determinar el impacto del beneficio de la implementación de las herramientas propuestas de agrupación de pedidos, secuenciamiento y *slotting* en distintos escenarios para su comparación. El resultado de esta simulación es que al implementar la propuesta completa se obtendrían ahorros en distancias de entre el 52,48 % al 60,86 % lo cual equivale a 17 horas semanales del horario efectivo de trabajo de un alistador, es decir, 8,5 días laborales al mes; siendo estos resultados estadísticamente distintos y mejores con respecto a los demás casos evaluados. A partir de lo obtenido, se puede inferir que la capacidad de alisto de pedidos aumenta para esta línea debido a la reducción del tiempo de desplazamiento. Adicionalmente, cabe recalcar que estos beneficios también se verían reflejados en el área de farmacia al implementar la propuesta de diseño.

Dado el entrenamiento de los jefes de alisto del ALDI para la comprensión y uso del rediseñado del sistema de alisto y sus herramientas, se obtuvo que un 67 % de los asistentes resulta muy satisfecho mientras que un 33 % se encuentra satisfecho con el proyecto final de graduación presentado. Además, el 100 % considera que las propuestas de diseño son pertinentes y útiles para la organización. A partir de estos resultados, es posible inferir que hay interés y entendimiento del rediseño realizado al proceso por parte de integrantes claves del ALDI para implementar el rediseño de alisto con el fin de obtener los beneficios demostrados.

Conclusiones generales

- a. Basado en el muestreo de trabajo llevado a cabo en la fase de diagnóstico de este proyecto, se han obtenido resultados significativos que subrayan la importancia de aplicar las mejoras recomendadas en el ALDI. Uno de los aspectos más destacados es la utilización actual del almacén, que se sitúa en un 53,74 % para pedidos ordinarios y 30,53 % para extra-pedidos, ambos de proveeduría. Y qué, a través de la implementación de las propuestas del proyecto, se proyecta alcanzar niveles de utilización de hasta un 64,70 % en el caso de pedidos ordinarios y un 70,36 % en extra-pedidos de proveeduría.

De estas mejorarías un 4,89 % y un 12,14 % para pedidos y extra-pedidos, respectivamente, están directamente relacionadas con la reducción de distancias, lograda mediante la aplicación de algoritmos como el *slotting*, optimización de rutas y agrupación de extra-pedidos. En simulaciones, estas estrategias demostraron una reducción de las distancias recorridas de hasta un 29 % en pedidos ordinarios y un 60 % en extra-pedidos. Las mejoras restantes en la utilización se atribuyen a cambios en procesos que inciden en la eliminación de tiempos de espera de asignación de pedidos, cálculos manuales, entre otros.

De estos hallazgos se infiere que la implementación de las propuestas de este proyecto puede tener un impacto significativo en la operación del ALDI, mejorando el uso de recursos y garantizando el cumplimiento de los niveles de servicio requeridos.

- b. Tras haber caracterizado el proceso de alisto en el ALDI, se identificaron varias oportunidades de mejora, entre las cuales destacan la falta de precisión en los procesos documentados en comparación con la ejecución real del proceso, la inexistencia de documentación y métodos definidos para el alisto de extra-pedidos, la presencia de tareas que no agregan valor al proceso, las cuales representan un 42,9 % del total, así como el riesgo de interrupciones en la asignación de pedidos debido a la falta de estandarización en la asignación a los bodegueros.

A partir de estas ineficiencias identificadas, se ha diseñado un nuevo proceso de asignación de pedidos que tiene como objetivo reducir los tiempos de inactividad por falta de asignación, los cuales ascienden a 1,83 horas en el caso de extra-pedidos y 8 minutos en el caso de pedidos ordinarios. Además, se ha rediseñado el proceso de alisto, priorizando la simplificación de tareas, la reducción de la toma de decisiones, la incorporación de puntos de control en las tarimas y la estandarización del proceso mediante la documentación adecuada. Esto ha resultado en un aumento del 13 % en las tareas que aportan valor a la organización y una disminución significativa en la cantidad de tareas improductivas en el proceso, mejorando así el potencial de desempeño en general.

- c. A partir de la incorporación de las propuestas estratégicas y productivas diseñadas específicamente para aumentar la eficiencia del sistema de alisto de pedidos ordinarios y extra-pedidos que atiende el ALDI de la CCSS por medio de la sistematización del mismo y la estandarización de sus procesos, se logra un aumento de la productividad de las líneas considerando que el rediseño logra reducciones de distancias recorridas para el alisto de pedidos así como la disminución de actividades improductivas, lo cual permite pasar de 37 pedidos a 48 pedidos ordinarios semanales y de 98 a 242 extra-pedidos semanales. Es decir, se incrementa la capacidad de las líneas para preparar pedidos, potencialmente hasta un 30,8 % y un 148 %, respectivamente. De esta manera, se pueden lograr cumplir el nivel de

servicio y la meta de entregar las órdenes al departamento de despacho dos días antes del día requerido de entrega a los centros médicos.

- d. El desempeño de las líneas de farmacia y proveeduría en cuanto a la integridad de los pedidos, considerando la exactitud de los productos solicitados y sus cantidades, actualmente se sitúa en un 78 % y 83 %, respectivamente. Estos resultados están por debajo del estándar mínimo requerido para almacenes con buenas prácticas de alisto a nivel mundial. Además de esto, estas deficiencias contribuyen al aumento extra-pedidos recibidos y generan la necesidad de invertir tiempo en correcciones de facturación.

Después de analizar detenidamente el origen de más del 85 % de estos errores, estos se derivan de cantidades de producto faltantes/sobrantes en el pedido y la falta de inspecciones en las tarimas antes de su despacho. Ante esto, se ha diseñado un punto de control al final del proceso de alisto. Este punto de control comprende seis tareas que conforman una inspección exhaustiva de las tarimas ensambladas antes de su envío. Como resultado de esta mejora, se logra reducir las inconsistencias en los pedidos enviados a los centros médicos, lo que contribuye a la eficiencia y precisión del proceso de alisto, así como a la reducción de extra-pedidos.

Recomendaciones

- a. Se sugiere implementar un nuevo método de reabastecimiento para los apiladores de la zona de *picking* y zona de almacenamiento, ya que actualmente interrumpen el trabajo de los alistadores de pedidos al realizar inspecciones visuales y al reabastecer las posiciones de producto. Un nuevo método de reabastecimiento podría mejorar la eficiencia y evitar interrupciones innecesarias en el proceso de alistado de pedidos. Se sugiere evaluar diferentes horarios para la implementación del método, una nueva forma de notificación al apilador y de detección de producto faltante.
- b. Se recomienda la creación e implementación de manuales de buenas prácticas en el ámbito de alisto, los cuales incluyan temas como la conformación de tarimas, el manejo del equipo, el manejo de materiales, la gestión del sistema y el manejo de la documentación. Estos manuales deben servir como herramientas de entrenamiento para los bodegueros actuales y para aquellas nuevas personas que se incorporen al rol, con el fin de garantizar una mayor eficiencia y seguridad en las operaciones de alisto.
- c. Se recomienda a la organización recopilar su información y almacenarla en un programa de base de datos intuitivo, esta debe de incluir características de sus productos como código, descripción, unidad de alisto, peso por unidad de alisto, categorización de peso, las dimensiones y volumen de unidad de alisto, ubicación, código del proveedor; así como también incluir información sobre los equipos utilizados como lo son los códigos de identificación y el personal asignado a mesas de trabajo, carretillas, pantógrafos (apiladores), montacargas y *hand helds*. Para esta base de datos también se recomienda incluir información sobre los bodegueros (alistadores o no) que incluya la línea en la que se desempeñan; además, de recopilar y almacenar la información que se genera al utilizar el sistema de manejo del almacén para el alisto de pedidos un ejemplo de esto son las solicitudes de los pedidos asignados, fechas y horas de inicio y finalización del pedido, las líneas de pedido completadas, aquellas desabastecidas, las condiciones de despacho, entre otras características. La principal razón de mantener una base de datos es poder alimentar las herramientas de diseño del proyecto con información actualizada y correcta para obtener los beneficios de su aplicación en el sistema de alisto. En segundo lugar, es clave mantener esta información para el posterior cálculo de métricas y análisis de los indicadores propuestos del proceso de manera periódica para el monitoreo del desempeño a nivel general y específico del sistema.
- d. Por otra parte, la línea de listados no fue incluida en el alcance de este trabajo, sin embargo, se recomienda evaluar la posibilidad de extender la implementación de las propuestas de diseño de este proyecto a esta línea de manera que se pueda sistematizar también los procesos de asignación y alisto de los pedidos conocidos como listados de distribución, de manera que su preparación sea más eficiente según los beneficios mostrados.
- e. Se recomienda el análisis por parte de la jefatura de la institución de la aplicabilidad del proyecto diseñado para otros almacenes de la Caja Costarricense del Seguro Social, con el fin de implementar aquellas propuestas que sean adaptables conforme a las características particulares identificadas de cada uno, promoviendo de esta manera la estandarización de métodos a través de los almacenes de la institución y estimar los potenciales beneficios en productividad y utilización de las herramientas, al

haber sido estos comprobados en el caso del ALDI.

- f. Se recomienda incorporar los algoritmos propuestos en la base de datos del sistema para facilitar la extracción directa de datos y garantizar que siempre se utilicen los datos más actualizados. Además, esta integración con la base de datos podría ser bidireccional, lo que significa que el algoritmo podría cargar los resultados en el mismo sistema, permitiendo así que los resultados se transfieran directamente al *hand held*. Otra ventaja de esta integración es la capacidad de programar la ejecución del código, lo que permitiría que se ejecute automáticamente sin necesidad de intervención humana, lo que ahorra tiempo en la ejecución.

Referencias bibliográficas

- Aase, G. R., y Petersen, C. G. (2022). A Decision Support System for Re-Slotting a Case Pick Distribution Center. *Open Journal of Business and Management*, 10(04), 1923–1935. doi: 10.4236/ojbm.2022.104099
- Abarca, E., y Peña, G. (2018). *Diseño de un sistema de gestión de las operaciones del CEDI XYZ*. Descargado de <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/78357>
- Abdi, H., y Williams, L. J. (2010). Newman-keuls test and tukey test. *Encyclopedia of research design*, 2, 897–902.
- Aboelfotoh, A. H. (2019). *Optimizing the multi-objective order batching problem for warehouses with cluster picking* (Tesis Doctoral no publicada). Ohio University.
- ALDI. (2022). *Indicador de memorandum*.
- ALDI. (2023a). *Indicadores de pedidos extra-pedidos*.
- ALDI. (2023b). *Indicadores de pedidos farmacia*.
- ALDI. (2023c). *Indicadores de pedidos proveeduría*.
- Andelkovic, A., y Radisavljevic, M. (2018). *Improving order-picking process through implementation of warehouse management system*. Serbia: University of Nis.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. (2021). *Ley constitutiva de la caja costarricense del seguro social*. Descargado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=2340
- Bahrani, B., Piri, H., y Aghezzaf, E. H. (2019). Class-based storage location assignment: An overview of the literature. *ICINCO 2019 - Proceedings of the 16th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*, 1(Icinco), 390–397. doi: 10.5220/0007952403900397
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson educación.
- Barrueco, L. (2017). *Técnicas operativas en almacén*. Descargado de <https://elibro-net.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/es/lc/sibdi/titulos/36705>
- Bartholdi, J., y Hackman, S. (2019). *Warehouse & distribution science. the supply chain and logistics institute school of industrial and systems engineering georgia institute of technology. resource document*. Georgia Institute of Technology.
- Benavidez, J., Moreno, J., y Martínez, N. (2018). Propuesto de mejoramiento para el proceso de picking de la empresa Mylogistics SAS.
- Beroule, B., Grunder, O., Barakat, O., y Aujoulat, O. (2017). Order picking problem in a Warehouse hospital pharmacy. *International Federation of Automatic Control*.
- Bohn, E., y Krapf, M. (2019). *Fundamentals of GMP Warehouse Design*. Pharmaceutical Technology Europe.
- Bottani, E., Volpi, A., y Montanari, r. (2019). Design and optimization of order picking systems: An integrated procedure and two cases.
- Caja Costarricense del Seguro Social. (2020). Cultura organizacional. Descargado de <https://www.ccss.sa.cr/cultura-organizacional>
- Caja Costarricense del Seguro Social. (2021). Manual descriptivo de puestos.
- Carrasco, R., y Ponce, E. (2007). *Revisión de la política de reaprovisionamiento de la zona de picking manual en una central logística* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Politécnica de Madrid.

- Carrillo, C. (2020). *Why Increasing Picking Accuracy Is Important*. Descargado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1429/1/CristihanIsraelCarrilloAldana.pdf>
- Carro, R., y González Gómez, D. A. (2012). *Productividad y competitividad* (Nülan. Deposited Documents). Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Centro de Documentación. Descargado de <https://EconPapers.repec.org/RePEc:nmp:nuland:1607>
- Cergibozan, Ç., y Tasan, A. S. (2019). Order batching operations: an overview of classification, solution techniques, and future research. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30, 335–349.
- Chandra, A., Natalia, C., y Naro, A. (2021). Comparative solutions of exact and approximate methods for traveling salesman problem. *Lámpsakos*(25).
- Che-Hung, L., y Iuan-Yuan, L. (1999). The procedure of determining the order picking strategies in distribution center.
- Chiang, T.-A., Che, Z.-H., Lee, C.-H., y Liang, W.-C. (2021). Applying clustering methods to develop an optimal storage location planning-based consolidated picking methodology for driving the smart manufacturing of wireless modules. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(21). doi: 10.3390/app11219895
- Chun, B. (s.f.). Order picking performance: Strategies, Issues and Measures. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*.
- Chun, B. (2012). *Warehousing in the Global Supply Chain*. London: Springer International Publishing.
- Dallari, F., Marchet, G., y Melacini, M. (2009). Design of order picking system. , 42. doi: 10.1007/s00170-008-1571-9
- Damelio, R. (2011). *The basics of process mapping*. CRC press.
- De Koster, R., Volpi, A., Le-Duc, T., y Roodbergen, K. J. (2006). Design and control of warehouse order picking: a literature review.
- de Población, C. C. (s.f.). *Medidas de frecuencia en epidemiología*. Descargado de https://ccp.ucr.ac.cr/cursos/epidistancia/contenido/2_epidemiologia.htm#objetivos
- Díaz, H. (2016). *Gestión de la cadena de suministro, almacenamiento: Logística y Abastecimiento*. Lima: Makro.
- Duarte Briones, O. (2015). El principio de la limitación constitucional de la jornada de trabajo y sus excepciones.
- Dukić, G., Česnik, V., y Opetuk, T. (1999). Order-picking methods and technologies for greener warehousing. *Strojarstvo*, 52(1).
- Duque Jaramillo, J. C., Cuellar Molina, M., y Cogollo Flórez, J. M. (2019, 25 de March). Slotting y picking: una revisión de metodologías y tendencias. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(3), 514–527.
- Ernst, B. (1997). *Managing Time and Space in the Modern Warehouse - With Ready-to-Use Forms, Checklists and Documentation*. AMACON.
- Fouskakis, D., y Draper, D. (2002). Stochastic optimization: a review. *International Statistical Review*, 70(3), 315–349.
- Frazelle, E. (2002). *Supply chain strategy: the logistics of supply chain management*. MCGraw-Hill Education.
- Frazelle, E. (2016). *World-class warehousing and material handling*. MCGraw-Hill Education.
- Frazelle, E. (2018). *Supply chain strategy: Unleash the power of business integration to maximize financial, service, and operations performance*. MCGraw-Hill Education.

- Gaffney, J. (2020). Implementing key performance indicators (KPI) metrics in a warehouse setting.
- González, H., y Escobar, C. (2021). Aplicación de la herramienta SIPOC a la cadena de suministro interna de una empresa distribuidora. , 5(2539 - 0678). Descargado de <http://revistas.unicatolica.edu.co/revista/index.php/LumGent/article/view/361/207>
- Gu, J., Goetschalckx, M., y McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21. doi: 10.1016/j.ejor.2006.02.025
- Guerrero Maxi, P. F. (2011). *Definición, análisis de valor agregado y modelo de estandarización de los procesos de la joyería cubix* (B.S. thesis). Universidad del Azuay.
- Ho, Y.-C., y Lin, J.-W. (2017). Improving order-picking performance by converting a sequential zone-picking line into a zone-picking network. *Computers & Industrial Engineering*, 113, 241–255.
- Horvat, M. (2012). *An Approach to order picking optimization in warehouses*. University of Ljubljana.
- Johansson, F., y Bolton, S. (2021). Using the Multi-Criteria ABC- Analysis to Minimize Food Waste.
- Kanatawy, G. (1996). Introducción al estudio del trabajo oit.
- Kanawaty, G. (2011). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina internacional del trabajo.
- Kapou, V., Ponis, S. T., Plakas, G., y Aretoulaki, E. (2022). An Innovative Layout Design and Storage Assignment Method for Manual Order Picking with Respect to Ergonomic Criteria. *Logistics*, 6(4). doi: 10.3390/logistics6040083
- Khullar, C. (2021, July). Development of a warehouse slotting model to improve picking performance.
- Le Duc, T. (2005). *Design and control of efficient order picking processes*. Erasmus Research Institute of Management.
- Le-Duc, T. (2005). *Design and control of efficient order picking processes*.
- Ling-feng, H., y Lihui, T. (2006). The optimum design of a warehouse system on order picking efficiency.
- Lorenc, A., y Lerher, T. (2019). Effectiveness of product storage policy according to classification criteria and warehouse size. *FME Transactions*, 47(1), 142–150. doi: 10.5937/fmet19011421
- Mantel, R. J., Schuur, P. C., y Heragu, S. S. (2007, 18 de May). Order oriented slotting: a new assignment strategy for warehouses. *European J. Industrial Engineering*, 1(3), 301–316.
- Mart, G., y Encinas, P. (2019). Definición de Requisitos Funcionales bajo Especificación IEEE para un sistema de ingeniería. , 1–133.
- Martello, S., y Toth, P. (2018). Bin-packing problem. *Knapsack problems: Algorithms and computer implementations*, 221–245.
- Marzilia, M., Rossit, D., y Toncovicha, A. (2022). Order picking and loading-dock arrival punctuality performance indicators for supply chain management: A case study.
- Masae, M., Glock, C. H., y Grosse, E. H. (2020). Order picker routing in warehouses: A systematic literature review. *International Journal of Production Economics*, 224, 107564.
- Mateo, P., y Lahoz, D. (2009). Programación lineal entera. *Open CourseWare*, Universidad de Zaragoza.
- Meller, P. (2019). *Productividad, competitividad e innovación: Perspectiva conceptual*. Corporación de estudios para Latinoamérica.
- Ministerio de trabajo y seguridad social. (2021, 29). Jornadas de trabajo. Descargado de https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/06_jornadas_trabajo.pdf
- Morales Rodríguez, O., González Amador, R., Oquendo Ferrer, H., Loredó Carballo, N., Filiberto Cabrera, Y., y Galindo Llanes, P. (2017). Procedimiento para la documentación de los procesos en los sistemas

- de gestión de la calidad de la ciencia y la técnica universitaria. *Retos de la Dirección*, 11(2), 111–135.
- Mota, J. (2020). Centro de distribución de insumos médicos de la ccss tiene el tamaño de cinco canchas de fútbol. Descargado de <https://www.telediario.cr/nacional/centro-distribucion-insumos-medicos-ccss-tamano-canchas-futbol>
- Moya, M. (2020). *Simulation of a Manual Order Picking System in a Convenience Store Chain Distribution Center* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Latina de Costa Rica.
- MTSS. (2023). *Lista de salarios mínimos del sector privado*. Descargado de https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2023_ps.pdf
- Murphy, L. (2016). Increasing E-commerce Distribution Center Capacity Through Slotting Strategy. *University of Cambridge*.
- Muñoz, G. (2019, Apr). *Anova: Supuestos*. Descargado de <https://rpubs.com/gmunoz/assumptions>
- nacional de la judicatura, E. (s.f.). *Headrick - tomo ii, horas extras*. Descargado de <https://biblioteca.enj.org/bitstream/handle/123456789/80964/HORAS%20EXTRAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- National Skills Development Corporation. (2014). Qualifications pack - occupational standards for logistics industry. Descargado de https://www.pmkvyofficial.org/pmkvy2/App_Documents/QPs/Warehouse-Picker.pdf
- Oláh, J., Popp, J., y Lakner, Z. (2020). An integrated approach to order picking systems in warehouses. *International Journal of Logistics Systems and Management*.
- Olaya, P., Barrera, M., y Carpitero, A. (2006). Integración montecarlo. *Scientia Et Technica*, 12(32), 331–334.
- Osorio, J. P. P., y Osorio, J. E. V. (2013). *Sistema De Gestion De Almacen Para S Y D Colombia S.a*. Descargado de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9436/DOCUMENTOFINA-PROYECTODEGRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oxford. (2022). Sistema. Descargado de <https://www.lexico.com/es/definicion/sistema>
- Petersen, C. G. (2002). Considerations in order picking zone configuration. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Pineda, J., y Páez, A. (2012). Evaluación del proceso de alistamiento de pedidos y análisis de las mejores prácticas del proceso para la empresa COMERTEX S.A. Universidad Industrial de Santander.
- Proaño, A. (2013). *Propuesta de diseño de una alternativa tecnológica para el desarrollo de software para el manejo de los hand helds*. Descargado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8400/1/T-UCSG-PRE-ING-CIS-155.pdf>
- Raychaudhuri, S. (2008). Introduction to monte carlo simulation. En *2008 winter simulation conference* (pp. 91–100).
- Rey, F. (2007). Análisis del valor añadido para mejorar la productividad. *Técnica Industrial*, 267, 43.
- Reza, F., Shabnam, R., y Kardar, L. (2011). *Logistics Operations and Management - Concepts and Models*. Elsevier.
- Richards, G. (2017). *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. Kogan Page Publishers.
- Rivas-Ruiz, R., Moreno-Palacios, J., y Talavera, J. O. (2013). Investigación clínica xvi. diferencias de medianas con la u de mann-whitney. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 51(4), 414–419.

- Roig Zamora, J., y Araya Ramírez, J. (2013). El uso del mapa mental como herramienta didáctica en los procesos de investigación. *E-Ciencias de la Información*, 3(2), 1–22. Descargado de <http://revistaebci.ucr.ac.cr/>
- Saci, S. (2023, Mar). *Improve warehouse productivity using order batching with python*. Towards Data Science. Descargado de <https://towardsdatascience.com/optimizing-warehouse-operations-with-python-part-1-83d02d001845>
- Salas, K. M., Madriz, C. E., Sánchez, O., Sánchez, M., y Hernández, J. B. (2018). Factores que influyen en errores humanos en procesos de manufactura moderna. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 22–34.
- Sandoval, J. (2021). *Implementación de la gestión de almacén para mejorar el nivel, de servicio del almacén especializado de farmacia del hospital de emergencias pediátricas – La Victoria 2021*. Descargado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/88585/Oropeza_SJG-SD.pdf?sequence=1
- Santos, F. (2013). Aplicación práctica de bpm para la mejora del subproceso de picking en un centro de distribución logístico.
- Scholz, A. (2017). *Routing problems in order picking* (Tesis Doctoral no publicada). Dissertation, Magdeburg, Universität, 2017.
- Scrucca, L. (2013). Ga: A package for genetic algorithms in r. *Journal of Statistical Software*, 53, 1–37.
- Smyk, V. (2018). Minimizing order picking distance through the storage allocation policy. Descargado de <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/141838/Minimizingorderpickingdistancethroughthestorageallocationpolicy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tsige, M. (2013). Improving order picking efficiency via storage assignment strategies.
- Valencia, J. (2020). *Importancia de la medición del nivel de servicio o Fill rate en la Logística Moderna*. Descargado de <https://www.lamjol.info/index.php/reuca/article/view/10579/1226>
- Van Gils, T., Ramaekers, K., Caris, A., y De Koster, R. (2017). Designing efficient order picking systems by combining planning problems: State of Art classification and review. *European Journal of Operational Research*.
- Visatek, K., O'Donoghue, K., Harrity, C., y Symmes, S. (2017). *Warehousing Fulfillment Process Benchmark Best Practices Guide*. Descargado de http://nklabs.gr/wp-content/uploads/2015/10/werk_prototype.pdf
- Viveros, P., González, K., Mena, R., Kristjanpoller, F., y Robledo, J. (2021). Slotting optimization model for a warehouse with divisible first-level accommodation locations. *Applied Sciences*, 11(3), 936.
- Yuankai, Z., Wei-Hua, L., Minfang, H., y Xiangpei, H. (2021). Multi-warehouse package consolidation for split orders in online retailing. *European Journal of Operational Research*, 289, 1040-1050. Descargado de <https://bit.ly/3TpXqCk>
- Zawierucha, K. (2018). *WAREHOUSE MANAGEMENT AND INVENTORY MANAGEMENT ON THE EXAMPLE OF EKOPŁON S.A.* Descargado de <https://www-arch.polsl.pl/wydzialy/ROZ/ZN/Documents/z128/Zawierucha.pdf>
- Zhang, X., Vries, J., De Koster, R., y Liu, C. (2022). Fast and Faultless? Quantity and Quality Feedback in Order Picking.
- Área de Almacenamiento y Distribución de la Caja Costarricense del Seguro Social. (2022). *Indicadores de pedido*.

Glosario

- a. Alistador: rol que se encarga de preparar u alistar los pedidos una vez asignados. El término preparador de pedidos se utiliza como equivalente a este concepto (National Skills Development Corporation, 2014)
- b. Aliste: palabra comúnmente utilizada en el ALDI, su significado es el mismo a alisto (*picking* en inglés) (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).
- c. Caja de varios: caja utilizada para almacenar en su interior las fracciones de los diferentes productos y/o códigos de un pedido (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).
- d. Condición de despacho: código que describe una condición de despacho que describe una excepción o situación particular específica a cada línea de pedido alistado (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).
- e. Eficacia: capacidad de lograr un objetivo determinado (Kanatawy, 1996).
- f. Eficiencia: capacidad de lograr un objetivo determinado minimizando el uso de recursos (Kanatawy, 1996).
- g. Extra-pedidos: pedidos extra-ordinarios tanto de las líneas de farmacia o proveeduría, suelen ser productos que solicitan nuevamente ya que no fueron alistados debido a errores en el alisto, por desabastecimientos o por producto roto o dañado (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).
- h. *Hand held*: computadora portátil que se puede transportar a cualquier lugar mientras se utiliza (Proaño, 2013). Permite el acceso al sistema SIGES para los bodegueros del ALDI.
- i. Jornada extraordinaria: Es el tiempo que se labora más allá de la jornada ordinaria correspondiente (Ministerio de trabajo y seguridad social, 2021).
- j. Listados de distribución: línea que incluye productos controlados que, por razones de disponibilidad y campañas de salud, deben ser distribuidos en periodos específicos a la mayoría o a todos los centros de salud (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).
- k. Plaza gemeleada: puesto de trabajo temporal equivalente al bodeguero que realiza funciones regulares de alisto en las líneas de farmacia y proveeduría, así como en las líneas de listados de distribución y extra-pedidos (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).
- l. Sistemas: conjunto de reglas, principios y procedimientos que tienen relación entre sí (Oxford, 2022).
- m. Tiempo improductivo: tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por cualquier causa que sea (Kanatawy, 1996).
- n. Tiempo productivo: tiempo durante el cual se ejecuta trabajo productivo (Kanatawy, 1996).
- ñ. Unidad programática: Código del centro de salud (R. Azofeifa, comunicación personal, 23 de mayo del 2022).

Abreviaturas y acrónimos

- a. ALDI: Área de Almacenamiento y Distribución.
- b. CCSS: Caja Costarricense del Seguro Social.
- c. EBAIS: Equipos Básicos de Atención Integral en Salud.
- d. SIGES: Sistema de Información y Gestión de Suministros.

Apéndices

Apéndice 1. Listas de Chequeo

Figura 1.1

Lista de chequeo del acomodo

Estrategia de acomodo					
Nº	Item	Cumplimiento			Comentarios
		Sí	No	Parcial	
1	Se tienen determinados los sistemas de manejo de materiales a utilizar para realizar el acomodo de los productos	X			N/A
2	Para el acomodo de los productos en las zonas de almacenamiento se toma en cuenta los requerimientos técnicos de los productos incluyendo el cumplimiento de las cargas permitidas en estantes y la utilización óptima del volumen del estante.		X		El almacén solo toma en cuenta el criterio de la temperatura para realizar el acomodo de los productos en zonas de almacenamiento. No se toman en cuenta otros factores relevantes como el índice de rotación.
3	Para el acomodo de los productos en las zonas de almacenamiento se toma en cuenta los requerimientos de optimización operacional como el minimizar las distancias de transporte, maximizar índice de rotación, maximizar utilización de la capacidad de almacenaje y la rápida identificación de los bienes en los sistemas.		X		No se toman en cuenta los criterios para optimización operacional del acomodo.
4	Para el acomodo de productos se toman en cuenta los requerimientos de seguridad y legales.	X			N/A
5	Mediante la utilización de metodos estructurados, se calcula la localización optima para almacenamiento que debe tener el producto entrante.		X		No hay un método para calcular la localización óptima del producto, Estos se acomodan de acuerdo con los espacios disponibles en los racks.
6	Los productos son acomodados de tal forma que los que comparten similitudes estan ubicados cerca unos de otros.			X	Se trata de mantener los productos similares en los mismos pasillos pero en los casos que eso no se logra, se coloca el producto en otro pasillo.
7	Se cuenta con un sistema para el monitoreo de las zonas de almacenamiento, en donde se aclara si estas tienen producto almacenado o no.	X			N/A
Nivel de cumplimiento		42,9%	42,9%%	14,2%	
Nivel de cumplimiento total		50,0%			

Figura 1.2*Lista de chequeo del alisto*

Estrategia de alisto					
Nº	Item	Cumplimiento			Comentarios
		Sí	No	Parcial	
1	Se cuenta con un perfil de actividad del CEDI para desarrollar una estrategia de recolección de pedido.		X		No se cuenta con un perfil de actividad
2	Se cuenta con un perfil de actividad del ítem para desarrollar una estrategia de recolección de pedido.		X		No se cuenta con un perfil de actividad
3	Se ha definido el sistema de viaje y extracción de artículos.	X			Se ha definido el sistema recolector a almacenamiento para todos los pedidos y zonas de aliste.
4	Se ha desarrollado un método de asignación de equipo de manejo de materiales (carretillas manuales o eléctricas, montacargas, mesas de trabajo) a los bodegueros según los pedidos asignados así como para la preparación de los mismos.		X		Para pedidos mixtos no se tienen contenedores listos, se utiliza cualquier caja suelta que se encuentren a en el almacén.
5	Se cuenta con un tipo de alisto (listas, sistema de iluminación, instrucciones por audífonos) generado a partir de los pedidos recibidos para guiar el alisto de los mismos.			X	La orden del centro de salud se carga en el sistema, no se generan listas de chequeo.
6	Se ha desarrollado un método de asignación de recursos humanos (bodegueros) a la preparación de los pedidos.		X		No, por costumbre a ciertos bodegueros se les asigna una pedido de un centro específico.
7	Se tiene establecido un método para la consolidación de pedidos (ya sea single order picking, batch picking, zone picking o wave picking).			X	Generalmente, los pedidos recibidos generan se trabajan como en single order picking así como un split .single order picking.
8	Se han establecidos criterios acerca del método de recorrido para reponer tarimas en las zonas de picking.		X		El reabastecimiento de la zona de alisto siempre se hacen con tarimas completas, pero los criterios u orden del encargado de reponer tarimas no están definidos.
Nivel de cumplimiento		12,5%	62,5%	25,0%	
Nivel de cumplimiento total			25,0%		

Figura 1.3*Lista de chequeo del secuenciamiento*

Secuenciamiento					
Nº	Item	Cumplimiento			Comentarios
		Si	No	Parcial	
1	Se secuencia la visita a ubicaciones de alisto para sistemas de camina-alisto cada vez que el recolector de pedidos deba hacer un viaje al almacén y se comunica al recolector.		X		N/A
2	A nivel gerencial, se han establecido reglas simples acerca de cuál secuencia de alisto se debe de seguir para adaptarse a las órdenes.		X		N/A
3	El recolector de pedidos resuelve una secuencia o camino de alisto a seguir durante su recolección a partir de la lista de pedido.			X	Algunos recolectores suelen hacer un secuenciamiento mental, a partir de la orden que les proporcionaron para llevar a cabo el aliste por peso del artículo y cercanía.
4	Cuando se ocupan una o más tarimas para un pedido, se secuencia de manera que el recolector conforma una carga estable y reduce la distancia de transporte.			X	En ocasiones llevan a cabo esta práctica.
5	Las líneas de alisto son instrucciones para los recolectores de pedidos que les indican qué recoger y en qué cantidad y unidades de medida.			X	Las líneas de pedido indica la cantidad de producto a recolectar, mas no brinda las cantidades por unidades de cajas que faciliten el aliste. Los recolectores incluso llegan a realizar cálculos con calculadoras digitales para decifrar la cantidad de producto a preparar.
6	Se tienen ayudas que permiten visualizar la siguiente ubicación a visitar y cómo desplazarse hacia ella de manera directa.		X		N/A
7	Se mantiene información sobre distancias entre ubicaciones de almacenamiento y el plano/diseño del CEDI.		X		N/A
Nivel de cumplimiento		0,0%	57,1%	42,9%	
Nivel de cumplimiento total			21,4%		

Figura 1.4*Lista de chequeo zonificación*

Zonificación					
Nº	Item	Cumplimiento			Comentarios
		Si	No	Parcial	
1	La ubicación de los productos toma en consideración la distribución de popularidad de los productos.			X	En algunos casos muy específicos, y basados en experiencia, se mueve una familia de productos con menos rotación al final del pasillo.
2	La ubicación de los productos toma en consideración las familias de los mismos.	X			Asignan las familias por pasillos en farmacia. En proveeduría son segmentos de los pasillos.
3	Existen áreas diferenciadas para alisto de tarimas enteras y cajas individuales.	X			El área de tarimas enteras se encuentra sobre el de cajas normales, se necesita ayuda del pantógrafo para bajar cuando se necesita.
4	Existen áreas diferenciadas para alisto de cajas completas y productos indivuales.		X		El operario abre la caja en el mismo espacio para cajas, no separa deja la caja abierta ahí mismo.
5	La ubicación de los productos toma en consideración la distribución de movimiento cúbico de los productos (tamaño en que se manejan).		X		No se toma en consideración, hay multiples retrocesos porque el operario debe regresar a una posición porque un producto es más pesado que otro.
6	La ubicación de los productos toma en consideración la distribución de movimiento por peso de los productos.		X		No se toma en consideración, el operario debe jugar con el tamaño de las cajas constantemente.
7	Existen zonas de completado de orden, donde pequeños productos se almacenan cerca de donde se consolidan pedidos.		X		No existe una zona de completado de órden, las órdenes se completan en los mismos pasillos donde se realiza el alisto.
8	La ubicación de los productos toma en consideración la correlación entre productos (productos que se solicitan juntos).		X		Hace falta confirmar pero no parece que fuera el caso.
9	Existen reglas para el reacondomo. Es decir un criterio para decidir cuando actualizar.		X		Hace falta confirmar pero no parece que fuera el caso.
Nivel de cumplimiento		22.2%	66.7%	11.1%	
Nivel de cumplimiento total			27.8%		

Apéndice 2. Condiciones de despacho

A continuación, se presenta la siguiente Tabla 2.1 que incluye todos los códigos de condición utilizados durante el alisto junto con su significado. Los más comunes y utilizados por los alistadores corresponden a la condición 2, 4, 6-0, 7 y 10.

La condición de despacho 2 es usualmente usada debido a que el fraccionamiento máximo que se le puede realizar a los diversos productos al alistarlos no coincide con las unidades o cantidad que ordenan los centros de salud. Por medio de este código se ajusta el producto a despachar según el fraccionamiento que permite su empaque. Un ejemplo del uso de esta condición es que el detergente viene en sacos de 20 kg, si un centro

de salud solicita 1 kg, no es posible abrir este producto para entregar solamente la cantidad solicitada, se utiliza la condición 2 para justificar el envío del saco completo.

La condición 4 se introduce cuando el artículo de la línea de pedido que se solicita se encuentra con una señalización de restringido en el almacén físico, por ende, los alistadores deben de justificar esta situación en el sistema.

La condición 6-0 se introduce cuando tanto en los niveles del *picking* como en los niveles de almacenamiento existe un desabastecimiento del producto.

Por su parte, la condición 7 es utilizada cuando el centro pide una cantidad mayor a su presupuesto mensual donde, con el fin de evitar que el centro reporte la cantidad recibida (la cuál sería menor a la ordenada) como una inconsistencia del alisto, se utiliza el código para justificar la cantidad enviada ajustada al presupuesto de consumo del centro.

En cuanto a la condición 10, esta es utilizada en la línea de Proveeduría ya que a los alistadores se les solicita reportar cuando deben alistar tarimas completas de producto,

Tabla 2.1

Condiciones de despacho utilizadas durante el alisto

Código	Condición de despacho
1	Cantidad ajustada por poca existencia en el almacén.
2	Cantidad ajustada por concepto de empaque del fabricante.
3	Producto con distribución equitativa
4	Artículo restringido
5	No despacho por estar excluido de existencia
6-0	Cero abastecimiento
6-1	Cero en control de calidad
6-2	Hay existencia no disponible
6-3	Producto disponible con menos de 90 días para su vencimiento
7	Cantidad ajustada por concepto de presupuesto de despacho
8	No se despacha por tener más de tres meses en inventario local
9	Producto no apto para el despacho
10	Despachado en tarima completa

Nota: Los datos presentados en esta tabla son extraídos del Pedido Ordinario del ALDI para el centro médico San Francisco de Asís, unidad programática 2206, número de solicitud 27-306220624

Apéndice 3. Actividades del rol de bodegueros

Los alistadores no solo se dedican a labores de alisto, sino que estas pueden variar según lo establecido por el Manual descriptivo de puestos de la Caja Costarricense del Seguro Social Caja Costarricense del Seguro Social (2021), en donde se definen una serie de actividades que los colaboradores en este rol pueden ejercer:

- a. Recibir y revisar solicitudes de mercadería que ingresa a la bodega para el despacho, con el fin de verificar la codificación, autorización, existencias de los productos, entre otros.
- b. Recibir, identificar, registrar y entregar medicamentos, equipos, papelería, sustancias químicas, medicamentos, accesorios y otros materiales de uso general.
- c. Mantener, actualizar y registrar los tarjeteros, con el fin de determinar los niveles de existencia, fecha de vencimiento de productos y otros, e informar a los superiores sobre anomalías detectadas.
- d. Preparar, firmar y distribuir materiales, equipo y demás productos en los respectivos estantes u otros lugares destinados a almacenamiento, así como observar las técnicas de organización y distribución del espacio físico, colocación y conservación de productos. Además, se debe seguir con las normas de seguridad e higiene que la naturaleza de los mismos requiere.
- e. Operar montacargas dentro de las instalaciones de la unidad a la que pertenece para la carga, descarga y acomodo de la mercadería.
- f. Prepara informes variados acerca de las actividades que desarrolla e informar de las necesidades de adquisición de mercadería de la bodega conforme con las normas establecidas.
- g. Empacar y rotular los pedidos de mercadería solicitadas, así como colaborar con sus superiores en el chequeo de las solicitudes que alistan otros compañeros de bodega.
- h. Llevar controles sobre el comportamiento de salida de mercadería y reaprovisionamiento de esta.
- i. Participar en la realización de inventarios físicos parciales y generales de la mercadería presente en la bodega y presentar los informes respectivos.
- j. Efectuar labores de oficina, tales como: llenar tarjetas y formularios, clasificar, archivar requisiciones, cotejar, atender consultas personales o por teléfono, así como el manejo de los sistemas de información de la unidad.
- k. Realizar compras de urgencia por caja chica.
 - l. Atender y resolver consultas que presentan sus superiores, compañeros, usuarios, estas relacionadas con sus actividades.
- m. Velar por la limpieza, distribución y conservación de la mercadería asignada a la bodega donde labora.
- n. Ejecutar otras labores pertinentes a su puesto.

Apéndice 4. Actividades

Tabla 4.1

Clasificación de las tareas de los alistadores

Observaciones posibles	Productivo	Improductivo	
		Inevitable	Evitable
No está en el área de alisto			X
No hace nada			X
Usando el teléfono			X
Hablando con otro bodeguero			X
Esperando asignación de pedido			X
Entregando documentación de pedido listo		X	
Subiendo tarima en carretilla		X	
Buscando código		X	
Colocando tarima en zona de despacho		X	
Caminando sin tarima		X	
Transportando tarima		X	
Etiquetando	X		
Acomodando los implementos de trabajo	X		
Revisando un documento	X		
Utilizando la calculadora	X		
Alistando caja de varios	X		
Rotulando la tarima	X		
Anotando en un documento	X		
Utilizando el hand held	X		
Alistando producto	X		
Buscando una tarima disponible			X
Dictando códigos		X	
Alzando la carretilla		X	
Contando cajas		X	
Transportando tarima a zona de despacho		X	
Acomodando cajas	X		
Revisando medicamentos	X		
Subiendo cajas a la mesa de trabajo	X		
Embalando	X		
Demora			X
Esperando despeje de pasillo			X
Solicitando bajar tarima completa		X	
Inspeccionando la tarima		X	
Usando apilador		X	
Empacando producto individual	X		
Usando calculadora	X		
Trabajando en la mesa de trabajo	X		

Apéndice 5. Equipo de alisto

Para llevar a cabo la preparación de pedidos los alistadores son equipados con varios elementos los cuáles son ilustrados a continuación, todos estos son utilizados en cualquiera de las líneas de alisto (farmacia, proveeduría o extrapedidos). En primer lugar, los bodegueros manejan carretillas sean estas hidráulicas o eléctricas para transportar sus tarimas, ver Figura 5.1 y Figura 5.2 respectivamente. Además, llevan el *hand held*, el cual se puede observar en la Figura 5.3. Asimismo, los bodegueros hacen uso de las mesas de trabajo que pueden ser observadas en la Figura 5.4 donde transportan el resto de los materiales de alisto, los principales artículos de este tipo son mostrados en la Figura 5.5, así como cajas que contienen los artículos de varios e incluso cajas completas recolectadas que deben de ser agregadas a la tarima al final de la conformación de la misma.

Figura 5.1

Carretilla hidráulica con tarima utilizada durante el alisto de pedidos



Figura 5.2

Carretilla eléctrica utilizada durante el alisto de pedidos

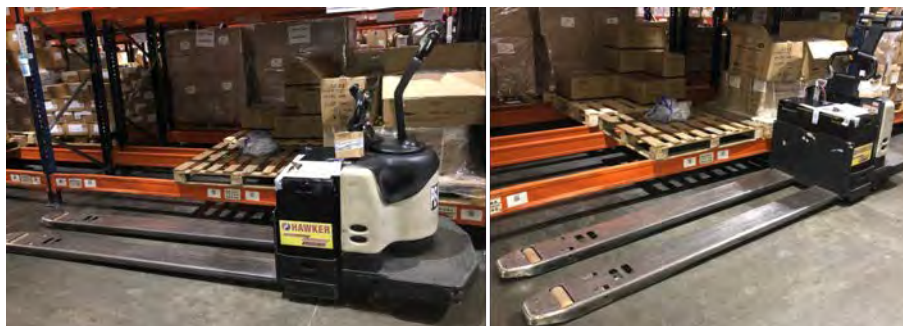


Figura 5.3

Hand held utilizado durante el alisto de pedidos



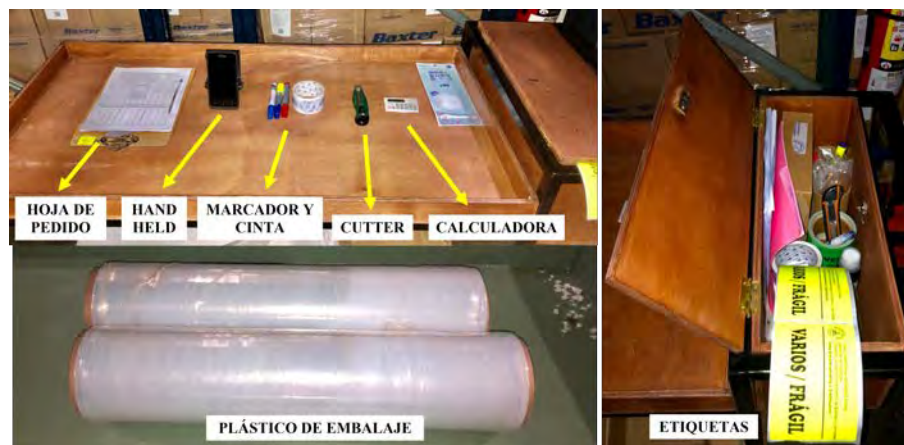
Figura 5.4

Mesa de trabajo utilizada durante el alisto de pedidos



Figura 5.5

Materiales utilizados durante el alistado de pedidos



Apéndice 6. Comparación de tiempos según cantidad de bodegueros por documento

A partir de los tiempos de finalización de pedido registrados en el documento “Indicador de Pedidos Farmacia”, se lleva a cabo una prueba de diferencia de medianas. Debido a que no se cumplen los supuestos de normalidad de los datos necesarios para realizar un análisis de varianza (ANOVA) (Muñoz, 2019), se utiliza la prueba no paramétrica de Mann-Whitney que es la adecuada para comparar las medias de dos poblaciones no normales (Rivas-Ruiz et al., 2013). En primer lugar, se utilizan los datos de todos los centros médicos, y luego se realiza la prueba para dos centros seleccionados al azar (Hospital de San Carlos y el A.S de San Pablo), con el objetivo de asegurar que el tamaño del pedido no afecte los resultados (ya que los pedidos por centro suelen ser constantes a lo largo de los meses). En las Tabla 6.1 se muestran los resultados obtenidos de la prueba Mann-Whitney:

Tabla 6.1

Resultados obtenidos con la prueba Mann-Whitney.

Muestra	Valor P
Todos los centros	0,7079
Hospital de San Carlos	0,2763
A.S. San Pablo - COOPESIBA R.L.	0,0765

Para todos los resultados observados en la Tabla 6.1, los valores P son mayores al nivel de significancia de 0,05, por lo que no hay evidencia suficiente para afirmar que las muestras no provienen de la misma población. Por ende, se puede afirmar que no existe respaldo de que la asignación de dos bodegueros a un mismo grupo de documentos disminuya los tiempos de preparación de pedido en comparación con la asignación de una sola persona (Rivas-Ruiz et al., 2013).

Apéndice 7. Simulación

Con el objetivo de seleccionar los métodos más adecuados para el procesamiento de pedidos y establecer criterios objetivos para su mejor implementación, se ha desarrollado un modelo de simulación del proceso de alistamiento basado en la lógica propuesta por Saci (2023) para calcular las distancias de los pedidos y métodos de Monte Carlo, específicamente en la generación de pedidos aleatorios, pudiendo considerar de este modo los riesgos asociados a la variación (Raychaudhuri, 2008). En la siguiente sección, se explicarán detalladamente cada uno de los componentes de esta simulación, así como la lógica que sustenta este modelo.

Apéndice 7.1. Representación del almacén

El primer componente de la simulación es la representación del almacén, el cual es de suma importancia, ya que de él depende que las distancias recorridas sean coherentes con las que se recorren en la actualidad durante la preparación de un pedido. En este sentido, la calidad de la representación del almacén en la simulación es esencial para garantizar la fiabilidad y la validez del modelo.

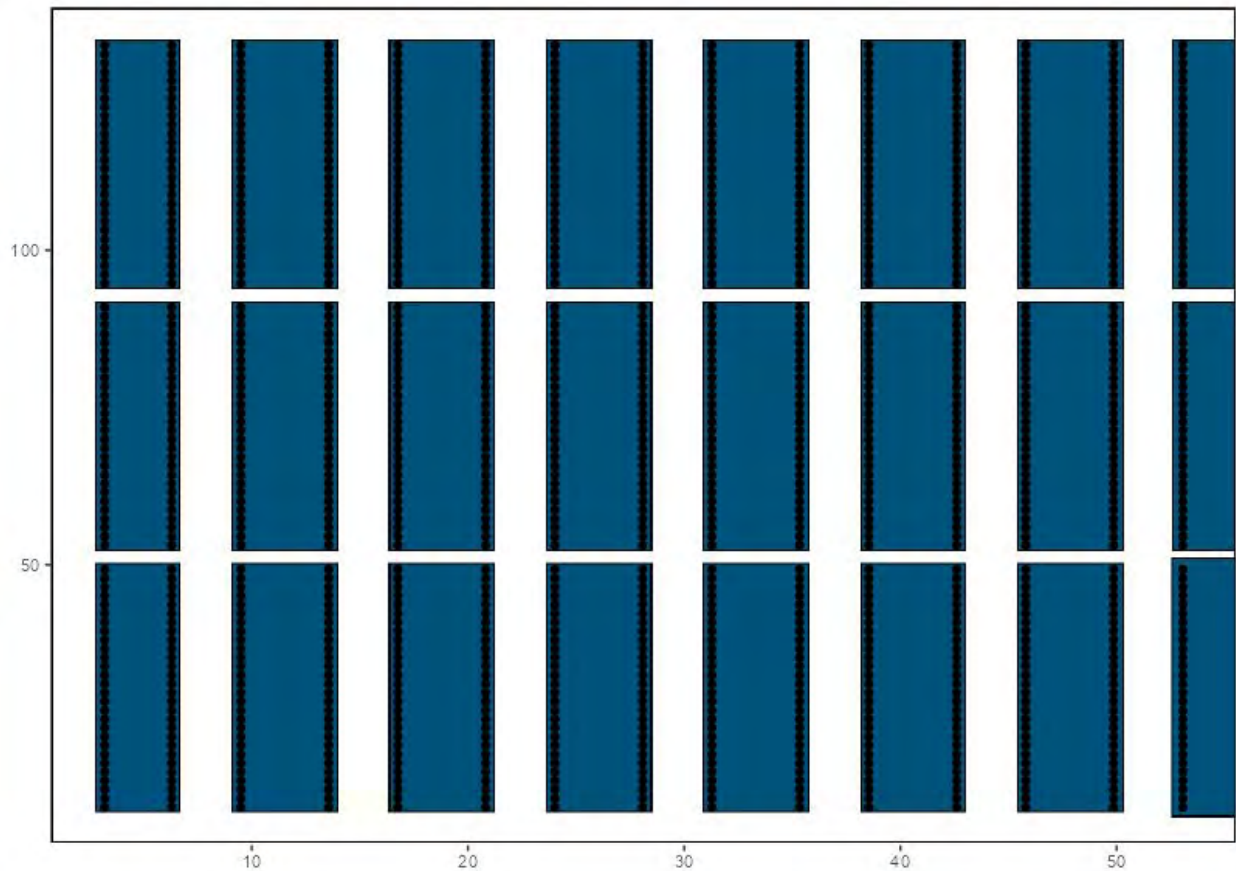
Con el fin de poder representar el almacén se asumen la siguiente serie de supuestos:

- Se mantienen las dimensiones actuales del almacén es decir 55 metros de ancho y 133 metros de largo.
- Se mantienen el número de ocho pasillos y dos túneles que atraviesan estos pasillos.
- El largo de cada grupo de *racks* entre los túneles es de 40 metros.
- Se mantiene el tipo de *racks* actual, el cual posee un ancho de 0.96 metros.
- Todos los pasillos poseen el mismo ancho, que actualmente corresponde a 3.20 metros. Mientras que el largo de los túneles es de 3.85 metros.
- El espacio entre los *racks* es de 0.22 metros.
- Se mantiene las profundidades actuales de los *racks*. Es decir, profundidad doble en cada pasillo con excepción de los *racks* del pasillo uno y ocho, que poseen una sola profundidad.
- El tamaño de una tarima, que es igual a la posición de un producto, es de 1.3 metros más 0.1 metros de espacio entre tarimas.
- No hay obstrucciones en los pasillos o en la zona de despacho.

Una vez definidas las dimensiones del almacén y establecidas las suposiciones necesarias, se procede a su representación gráfica en un plano bidimensional, tal como se muestra en la figura 7.1, la cuál se compone de un eje horizontal x que representa las distancias horizontales en metros y un eje vertical y que representa las distancias verticales también en metros. Las posiciones de tarima se representan como los puntos dentro de los *racks*, siendo los *racks* se representados como figuras de color azul, mientras que los pasillos corresponden al espacio entre estos.

Figura 7.1

Representación del almacén



Apéndice 7.2. Representación de los productos.

El siguiente componente de la simulación es la representación de los productos en el almacén. En la simulación, cada producto se representa como un punto con coordenadas x y y , las cuales indican su ubicación en el almacén. Además de su posición espacial, cada producto posee un identificador único o id , un valor de peso y volumen, los últimos son cruciales para determinar la forma en que deben ser alistados, dado que afectan la complejidad del proceso de preparación del pedido

Con el fin de poder representar a los productos se asumen la siguiente serie de supuestos:

- Los productos se ubican en el centro de la tarima. Esto dado que se representan como único punto.
- El volumen de los productos sigue una distribución Beta con parámetros α de 2,352016 y β de 56,888982. Lo cual se determinó mediante una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov a los volúmenes de los productos de farmacia. Esto se realiza de esta manera dado que no existe registro del volumen de la totalidad de los productos.
- El peso de los productos sigue una distribución logística con parámetros de μ de 0,03543776 y σ de 0,01327774. Lo cual se determinó mediante una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov

a los pesos de los productos de farmacia . Esto se realiza de esta manera dado que no existe registro del peso de la totalidad de los productos.

Apéndice 7.3. Representación de los pedidos

El tercer componente de la simulación es la representación de los pedidos realizados por los centros médicos al ALDI. Estos pedidos incluyen tanto los pedidos ordinarios de productos de farmacia y proveeduría como los pedidos extraordinarios. Cada pedido se compone de una lista de *id* de productos y la cantidad requerida de cada producto para un centro específico.

De igual manera la representación de los pedidos se sustenta en la siguiente serie de supuestos:

- Las líneas por pedido son un parámetro basado en el análisis de demanda de la sección 2.4.1. En el caso de los pedidos regulares que incluyen farmacia y proveeduría, se establecen pedidos que van desde 100 a 300 líneas, mientras que para los pedidos extraordinarios se generan pedidos que contienen desde una única línea hasta diez líneas.
- La cantidad a solicitar en cada línea es un valor aleatorio que sigue una distribución lognormal con parámetros μ de -0,353824 y σ de 1,4656314. Lo cual se determinó mediante una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov a la cantidad de bultos solicitados en diferentes pedidos.

Apéndice 7.4. Representación de los movimientos

El último componente de la simulación se refiere a los movimientos del bodeguero y la lógica que los rige. La simulación en sí consiste en una secuencia de movimientos y decisiones, restringidos por los componentes previamente explicados.

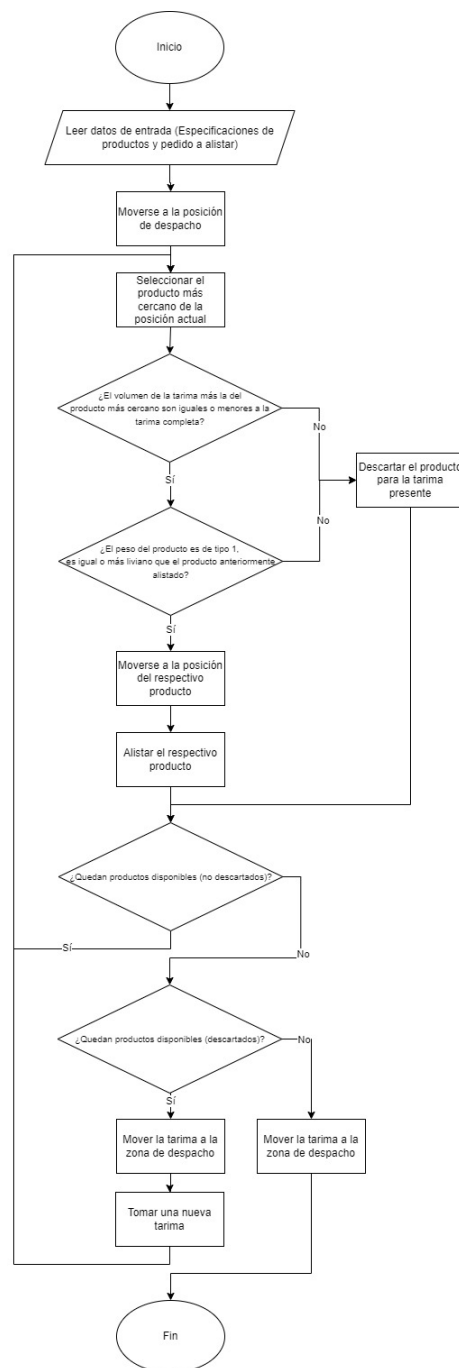
De igual manera que para los componentes anteriores, la representación de movimientos considera los siguientes supuestos:

- a. Los alistadores siguen la secuencia de preparación de pedidos o enrutamiento recomendada por lo bodegueros experimentados, que se basa en el algoritmo del vecino más cercano.
- b. Los alistadores conocen el peso, volumen y la posición de los productos y lo toman en consideración a la hora de alistar cada producto.
- c. Los alistadores no cometen reprocesos ni inconsistencias durante el alisto.
- d. Los alistadores no sobrepasan el tamaño máximo de una tarima completa ($1\ m^3$) a la hora de alistar un pedido.
- e. Los productos se colocan solo se pueden colocar sobre productos de igual o mayor peso. No puede colocarse encima productos de mayor peso.
- f. Los productos de peso igual o menor a $1\ kg$ se pueden movilizar utilizando la mesa de trabajo por lo que no se colocan inmediatamente en la tarima y por ende su peso no influye en productos siguientes.

Basándose en el lógica del modelo propuesto por Saci (2023) pero adaptando a los supuestos previamente mencionados, así como al proceso al cursograma del proceso de la Figura 4 mostrado se procede a representar la lógica de la simulación en la Figura 7.2:

Figura 7.2

Diagrama de Flujo de la simulación del proceso de alisto



El modelo de la Figura 7.2 consiste en el cálculo de distancias entre dos puntos de manera iterativa, donde la selección de estos puntos varía al cumplir o no las decisiones. La simulación empieza desde la zona de despacho de ahí el bodeguero avanza al producto más cercano y verifica que cumpla con los supuestos de peso y volumen explicados previamente, en caso de no cumplir con la condición se descarta ese producto para la presente tarima, en caso de haber más productos disponibles (necesarios de alistar), que no hayan

sido descartados previamente, se repite la iteración desde que se avanza al producto más cercano, en caso contrario se verifica si todos hay solo quedan disponibles productos descartados, en ese caso se moviliza a la zona de despacho para volver a empezar el bucle con una nueva tarima.

Es importante destacar que el modelo simula únicamente las distancias recorridas, ya que los métodos que se evalúan se centran en las distancias y tiempos de traslado. Según Saci (2023) y (Le-Duc, 2005), la reducción de distancias debe ser prioritario en todo proceso de mejora del alisto. Además, en la sección 2.4 se demostró que estos tiempos corresponden a la mayor proporción de tiempo improductivo evitable, por lo tanto, es importante tener en cuenta que incluso pequeñas mejoras en la metodología de traslado pueden generar grandes beneficios en términos de productividad.

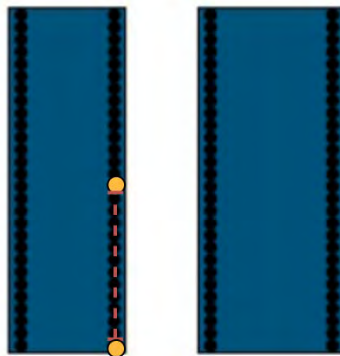
Es importante mencionar, que entre cada movimiento realizado en la simulación se calcula la distancia recorrida entre dos puntos, ya que al sumar cada una de estas distancias es que se obtiene la distancia recorrida total para el pedido en cuestión. Esta medición se realiza mediante una función para el cálculo de distancias de alisto de pedidos propuesta por Saci (2023) la cual indica:

$$d(X, Y) = \begin{cases} |y_j - y_i| & \text{si } |x_j - x_i| = 0 \\ \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} & \text{si } |x_j - x_i| = 3,2 \\ \begin{aligned} &Min[|y_i - 40| + |40 - y_j|, \\ &|y_i - 80| + |80 - y_j|, \\ &|y_i - 120| + |120 - y_j|] + |x_j - x_i| \end{aligned} & \text{si } |x_j - x_i| > 3,2 \end{cases} \quad (7.1)$$

La función $d(X, Y)$ se utiliza para calcular la distancia entre dos productos. Si la distancia entre las coordenadas en x es cero, esto significa que ambos productos se encuentran en lado de un mismo pasillo y la distancia entre ellos es exclusivamente la distancia entre las coordenadas en y . Este caso se puede observar un ejemplo de esto en la ilustración 7.3.

Figura 7.3

Distancia entre dos productos con $|x_j - x_i| = 0$

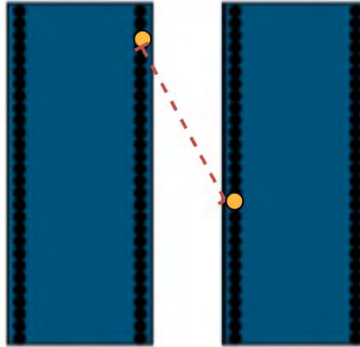


Cuando la distancia entre las coordenadas en x es igual al ancho de un pasillo (3,2 metros), los productos se

encuentran en diferentes lados de un mismo pasillo y la distancia entre ellos se calcula utilizando la distancia euclidiana entre dos puntos, que representa la recta más corta entre ellos. Esto se puede observar en la Figura 7.4.

Figura 7.4

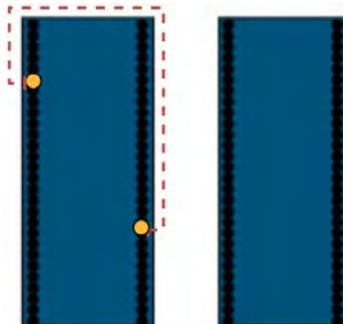
Distancia entre dos productos con $|x_j - x_i| = 3,2$



Finalmente, si la distancia entre las coordenadas horizontales es mayor que el ancho de un pasillo, los productos se encuentran en pasillos distintos y es necesario cambiar de pasillo. Por lo que, es necesario evaluar la distancia en y cambiando de pasillo por cada uno de los dos túneles (80 y 120 metros) o saliendo de la zona de alisto (40 metros), la más corta de estas se suma a la distancia en x para obtener la distancia total. Este caso se puede observar una representación de lo anterior en la Figura 7.5.

Figura 7.5

Distancia entre dos productos con $|x_j - x_i| > 3,2$



En cuanto al cálculo de tiempos se utiliza un tiempo estimado de 2,275 segundos por metro, que es igual a 0,44 metros por segundos, que se multiplica por la distancias simuladas para obtener el tiempo asociado al transporte simulado. El Valor utilizado corresponde a un dato guía obtenido tras muestrear 30 traslados de bodegueros mientras alistaban.

Apéndice 8. Clasificación ABC para los productos de farmacia y proveeduría

Tabla 8.1

Clasificación ABC para los productos de farmacia

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
110160010	A	110130080	A	110301568	A
110462500	A	110236310	A	110327070	A
110130795	A	110237500	A	110341420	A
110210920	A	110250525	A	110390805	A
110390900	A	110466390	A	110506315	A
110021730	A	110472550	A	110071765	A
110166015	A	110051230	A	110081520	A
110337360	A	110080850	A	110260245	A
110462460	A	110081040	A	110347465	A
110140930	A	110166020	A	110361250	A
110462670	A	110174705	A	110457660	A
110080267	A	110337135	A	110462690	A
110101220	A	110421650	A	110507495	A
110321275	A	450020109	A	110141645	A
110401080	A	110071510	A	110250875	A
227020140	A	110231043	A	110257060	A
110280090	A	110492440	A	110420070	A
110320695	A	110492450	A	110454169	A
110462695	A	110090790	A	110070610	A
110466006	A	110192650	A	110090650	A
110081103	A	110462425	A	110150130	A
110131105	A	110250560	A	110436760	A
110250370	A	110256500	A	110080210	A
110320890	A	110321180	A	110137080	A
110177715	A	110337230	A	110194170	A
110251614	A	110421350	A	110420110	A
110280791	A	110467590	A	110081030	A
110290170	A	110011192	A	110150420	A
110426800	A	110110030	A	110160700	A
110026205	A	110261050	A	110281014	A
110331095	A	110420100	A	110220240	A
110457200	A	110517320	A	110301060	A
110501585	A	110047260	A	110321182	A
110506855	A	110300390	A	110434530	A

Tabla 8.1*Clasificación ABC para los productos de farmacia*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
110516910	A	110332480	A	110466120	A
110214120	A	110380250	A	110517620	A
110237095	A	110071780	A	110071754	A
110237525	A	110231630	A	110194190	A
110280540	A	110410220	A	110301090	A
110332570	A	110462675	A	110324300	A
110457010	A	110466400	A	110343420	A
110010880	A	110472697	A	110434560	A
110021610	A	110070160	A	110466510	A
110134860	A	110140960	A	110502655	A
110337180	A	110141016	A	110507420	A
110364250	A	110341430	A	110027720	A
110462620	A	110361120	A	110111760	A
110021640	A	110433090	A	110142640	A
110130910	A	110457365	A	110210925	A
110136550	A	110503095	A	110410150	A
110143650	A	110303890	A	470060063	A
110237096	A	110410190	A	110426080	A
110287725	A	110467050	A	110434550	A
110401500	A	110501705	A	110253340	A
110430280	A	110020290	A	110462660	A
110456395	A	110101000	A	111130003	A
110111758	A	110111775	A	110323290	A
110141612	A	110290940	A	110462610	A
110290950	A	110457100	A	110026440	A
110306940	A	110466180	A	110231044	A
110390800	A	110281020	A	110162400	A
460040001	A	110340860	A	110301710	A
110316980	A	110360660	A	110281450	A
110320095	A	110466570	A	110286690	A
110410043	A	110240470	A	110366740	A
110080840	A	110252520	A	110024400	A
110361260	A	110253690	A	110040505	A
110011110	A	110290765	A	110167085	A
110280270	A	110301320	A	110281755	A
110300830	A	110433530	A	110410865	A

Tabla 8.1*Clasificación ABC para los productos de farmacia*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
110457610	A	110090020	A	460040002	A
110197140	A	110237015	A	110013180	A
110257145	A	110020310	A	110093940	A
110040046	A	110040760	A	110344100	B
110070550	A	110041005	A	110287470	B
110100810	A	110237680	A	110336010	B
110237520	A	110291750	A	110411618	B
110321290	A	110332560	A	110416455	B
110467350	A	110366730	A	110457630	B
110506650	A	110456610	A	110017210	B
110360200	A	110472420	A	110170410	B
110411615	A	110074830	A	110023970	B
110434540	A	110337220	A	110231620	B
110011008	A	110467460	A	110341410	B
110026458	A	110057280	A	110386575	B
110030990	A	110076720	A	110424670	B
110040585	A	110256680	A	110427730	B
110354660	A	110326190	A	110433480	B
110140685	A	110452692	A	110194172	B
110221200	A	110467410	A	110327212	B
227020145	B	110517670	B	110290345	B
110123880	B	110024420	B	110364461	B
110246640	B	110040500	B	110024810	B
110462470	B	110040580	B	110040595	B
110283680	B	110134110	B	110063715	B
110433560	B	110213200	B	110184485	B
110114085	B	110073685	B	110193240	B
110300392	B	110231580	B	110254355	B
110434520	B	110462680	B	110457370	B
110437440	B	110507530	B	110501581	B
110516170	B	110084090	B	110020185	B
110040045	B	110321286	B	110024313	B
110344720	B	110411617	B	110031567	B
110020308	B	110421004	B	110073135	B
110410775	B	110433490	B	110114080	B
110046930	B	110433590	B	110456450	B

Tabla 8.1*Clasificación ABC para los productos de farmacia*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
110434220	B	110023270	B	110023320	B
110457385	B	110340460	B	110164396	B
110320140	B	110363780	B	110366750	B
110456456	B	110413100	B	110433470	B
110163655	B	110433579	B	110434590	B
110433570	B	110023140	B	110443098	B
110507088	B	110281702	B	110456270	B
110063750	B	110433250	B	110126860	B
110114095	B	110434570	B	110233130	B
110194185	B	460040003	B	110237510	B
110304060	B	110023275	B	110261055	B
110344290	B	110030670	B	110304000	B
110141300	B	110224340	B	110434510	B
110263220	B	110252530	B	110023770	B
110184509	B	110452700	C	110183725	C
110194175	B	110456445	C	110380330	C
110237600	B	110010380	C	110411619	C
110337225	B	110023278	C	110453360	C
110433500	B	110023660	C	470062580	C
110023272	B	110350440	C	110030995	C
110074490	B	110524163	C	110421740	C
110193241	B	110020450	C	110433440	C
110281701	B	110031340	C	110462430	C
110407750	B	110063720	C	470062550	C
110434450	B	110094230	C	470062560	C
110031560	B	110144397	C	470062574	C
110040495	B	110340859	C	470062575	C
110123870	B	110433578	C	470062576	C
110410300	B	110433930	C	470062577	C
110433460	B	110457550	C	470062578	C
110104345	B	110503760	C	470062579	C
110123040	B	110526290	C	470080014	C
110192651	B	110533210	C	110024435	C
110324352	B	110023110	C	110043050	C
110433510	B	110041805	C	110114070	C
110503085	B	110064348	C	110410285	C

Tabla 8.1*Clasificación ABC para los productos de farmacia*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
110023120	C	110364460	C	110433126	C
110024124	C	110424850	C	110433580	C
110031563	C	110526920	C	110480455	C
110063810	C	111290004	C	110500085	C
110303355	C	470062573	C	110536840	C
110410935	C	470062581	C	110020640	C
110424440	C	110024168	C	110040590	C
110433740	C	110024430	C	110041570	C
110084580	C	110434555	C	110250570	C
110411140	C	110456830	C	110286410	C
110424851	C	110484330	C	110351280	C
110434360	C	111030001	C	110361245	C
110484350	C	111410068	C	110390490	C
110506070	C	111410108	C	110411291	C
110021600	C	111410152	C	110411613	C
110041010	C	111500043	C	110411810	C
110041800	C	470062280	C	110414952	C
110340770	C	470062290	C	110461735	C
110410360	C	110041098	C	110462555	C
110414310	C	110076710	C	110503070	C
110433125	C	110413280	C	110503800	C
110433450	C	110413395	C	110538320	C
110433540	C	110413920	C	110548100	C
110434592	C	110414123	C	111020023	C
110434600	C	110414305	C	111040051	C
110434610	C	110414353	C	111420004	C
111410034	C	110414845	C	110011440	C
111410071	C	110414951	C	110037490	C
470062530	C	110434361	C	110040044	C
470062540	C	111110024	C	110041045	C
110011355	C	111410041	C	110133757	C
110021195	C	111420010	C	110254480	C
110374507	C	227020150	C	110306950	C
110413300	C	470062470	C	110384050	C
110413315	C	470062480	C	110413310	C
110413390	C	110047125	C	110414121	C

Tabla 8.1*Clasificación ABC para los productos de farmacia*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
110413795	C	110047760	C	110414395	C
110433430	C	110114685	C	110434561	C
110504265	C	110374390	C	111430027	C
111040024	C	110411706	C	111430028	C
111410172	C	110413400	C	111430029	C
470062300	C	110434575	C	470062310	C
480050030	C	110434595	C	470062390	C
110010195	C	110454105	C	470062400	C
110011435	C	110460089	C	470062410	C
110031564	C	110501575	C	470062490	C
110031566	C	110524905	C	470062500	C
110033790	C	110534710	C	470062510	C
110043885	C	111010007	C	808420100	C
110046030	C	111020021	C		
110301700	C	111390002	C		

Tabla 8.2*Clasificación ABC para los productos de proveeduría*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
294010535	A	288900960	A	209015020	A
297010150	A	490021200	A	294012610	A
294030360	A	294012100	A	294018510	A
294010530	A	294010560	A	248090110	A
294012020	A	294030320	A	470030205	A
294030380	A	203010997	A	470030510	A
288100500	A	288100510	A	288900045	A
294030340	A	294012530	A	248080020	A
294030272	A	248090320	A	248090410	A
294010096	A	294010600	A	294024960	A
294012040	A	227011142	A	209015025	A
294030295	A	275020160	A	460030379	A
288900920	A	190020410	A	294010064	A
294030280	A	294010080	A	288800020	A
294013000	A	294010084	A	209015000	A
294030267	A	294011680	A	450020360	A

Tabla 8.2*Clasificación ABC para los productos de proveeduría*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
294030400	A	294012060	A	440010400	A
294012000	A	460021100	A	294010605	A
495010020	A	294010610	A	294018545	A
190020040	A	288900145	A	248040810	A
288901000	A	294012520	A	288632081	A
495020120	A	470031000	A	294018505	A
294030285	A	294012439	A	294019004	A
288100515	A	284010705	A	239010390	A
294010072	A	294011380	A	239010096	A
294030300	A	190020100	A	495020130	A
248090390	A	294010540	A	470070200	A
294018120	A	239010385	A	294011460	A
288010620	A	294010580	A	209015015	A
288900950	A	288011230	A	275020140	A
288420250	A	470070002	A	470061920	A
288100100	A	294018000	A	450020480	A
495010030	A	294012430	A	495010010	A
275010520	A	294018555	A	294010642	A
288747103	A	294030880	A	190020080	A
294032000	A	248090345	A	294010076	A
294018561	A	294011260	A	294012270	A
284010521	A	495020210	A	470050340	A
294012080	A	294012120	A	288900040	A
275010508	A	470030460	A	239010004	A
203010995	A	294018540	A	288140460	A
288900160	A	450020400	A	206012020	A
294031307	A	203011700	A	294030910	A
288100080	A	248090120	A	209015010	A
288011220	A	239010097	A	294022200	A
470070005	A	294010625	A	294010760	A
248080040	A	294012438	A	294010068	A
248090530	A	294019003	A	294030440	A
190020005	A	239010380	A	294012800	A
294018515	A	203010990	A	450020040	A
248091242	A	284010555	A	294011480	A
275020120	A	294030090	A	239011505	A

Tabla 8.2*Clasificación ABC para los productos de proveeduría*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
203010885	A	284010512	A	470030240	A
495020200	A	294030920	A	294030260	A
190020055	A	470030160	A	294030425	A
248080220	A	284010513	A	248091255	A
294010060	A	294010088	A	294031000	A
294012440	A	248041020	A	470061500	A
450020380	A	294010092	A	470070320	A
470070001	A	294030885	A	206011770	A
470060740	A	470010300	B	294011585	B
248060400	A	470030560	B	294012280	B
248091250	A	248090642	B	294012460	B
203012740	A	239010061	B	272027220	B
294030940	A	239010092	B	239010113	B
294011465	B	294030680	B	239010115	B
470030090	B	470033000	B	203013100	B
288141040	B	288250020	B	470030550	B
288120180	B	275020050	B	294030960	B
266010460	B	288120290	B	294010780	B
248013954	B	294011790	B	227010560	B
294011476	B	294031800	B	248090515	B
294030980	B	294010663	B	272027200	B
470040140	B	297010020	B	239010400	B
470062260	B	288420245	B	470030110	B
288440182	B	470050460	B	460070108	B
288900240	B	248080060	B	294030625	B
248080200	B	203013120	B	288140680	B
470062250	B	288140500	B	239010423	B
294011976	B	203010465	B	288140760	B
288440220	B	288610110	B	288260295	B
248083000	B	203010190	B	288140840	B
288120280	B	288120292	B	203010077	B
294031020	B	294031360	B	272027260	B
470050270	B	294010758	B	470031610	B
239010009	B	470010760	B	470062270	B
294012085	B	294012190	B	470070190	B
450020200	B	294010581	B	294019005	B

Tabla 8.2*Clasificación ABC para los productos de proveeduría*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
470070004	B	203013140	B	490020147	B
470061640	B	470070003	B	520040020	B
294014000	B	288260220	B	470061580	B
470050020	B	266011220	B	450020020	B
470030545	B	272022028	B	294019026	B
288901360	B	470010001	B	294023000	C
272022034	B	470033015	B	470061440	C
203010720	B	470061480	B	239010111	C
272022032	B	470030340	B	190010123	C
294030180	B	294014600	B	288140480	C
294031300	B	550010060	B	203012206	C
288140040	B	239010112	B	242010185	C
288140700	B	257010185	B	288260140	C
239010090	B	257010147	B	236010568	C
257010720	B	272027160	B	272020480	C
272027240	B	470030260	B	242010005	C
288140560	B	470060480	B	203012210	C
284010150	B	470010420	B	239010405	C
288140580	B	470010600	B	470070080	C
288140740	B	275020230	B	297010152	C
470062240	B	212011920	B	470050360	C
470040020	B	239010539	B	550010100	C
294031390	B	266011180	B	294010860	C
470061140	B	227010540	B	470030130	C
294013005	B	203012208	B	470062060	C
470030010	B	288140920	B	236010500	C
294011795	B	288141020	B	212011485	C
470050540	B	288140440	B	288260100	C
284010635	B	470062040	B	239010541	C
236010555	B	470030020	B	248080070	C
288420240	B	294030220	B	239010315	C
272027180	B	470050250	B	288610240	C
288260285	C	470033085	C	470070800	C
248090830	C	470070180	C	470020550	C
203012290	C	470032740	C	470090040	C
470061360	C	470061880	C	470010020	C

Tabla 8.2*Clasificación ABC para los productos de proveeduría*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
470062010	C	470020960	C	470010560	C
470033037	C	288260160	C	470033039	C
470030520	C	236010406	C	470020840	C
470062020	C	236010105	C	203012289	C
470061680	C	248100220	C	266011200	C
470033020	C	236020030	C	203012291	C
470061700	C	236010320	C	239010401	C
294027380	C	190010100	C	239010007	C
470061020	C	288140900	C	242010003	C
275011583	C	275013040	C	248040840	C
288800040	C	272020481	C	206011551	C
236010557	C	550010080	C	140010460	C
288820020	C	470033030	C	242010018	C
288140810	C	470060140	C	248010009	C
212011900	C	460070112	C	242010055	C
203011004	C	470030400	C	203012265	C
288120286	C	470030200	C	203012264	C
242010015	C	470030054	C	236010080	C
239010424	C	470030420	C	257010451	C
242010011	C	470032700	C	236010290	C
294031305	C	470061470	C	242020215	C
470030563	C	470050320	C	266011100	C
470033038	C	470070510	C	190010080	C
294011475	C	470030060	C	470030570	C
470010320	C	470070720	C	294022100	C
470033010	C	470030580	C	470030022	C
460070113	C	242020041	C	470033041	C
470061820	C	242020265	C	470061800	C
470050420	C	242020044	C	470050280	C
470031450	C	288630680	C	470030115	C
294032031	C	288210040	C	470040160	C
470030053	C	239010510	C	470030535	C
470060400	C	239010402	C	530010440	C
294018110	C	190010060	C	470060420	C
470060460	C	284010511	C	294018560	C
470010620	C	140010100	C	470010660	C

Tabla 8.2*Clasificación ABC para los productos de proveeduría*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
470030320	C	266011080	C	294030200	C
470030600	C	239010410	C	470050180	C
470061240	C	203013160	C	470010260	C
470020420	C	288440185	C	550010180	C
294019000	C	470033036	C	470030026	C
470070740	C	520030240	C	550010260	C
470061400	C	470033045	C	470030047	C
470033090	C	294022240	C	470030127	C
470030360	C	294012402	C	470033040	C
470030440	C	294022340	C	470020280	C
470030555	C	470030052	C	490040006	C
284010520	C	470060180	C	470030220	C
203013180	C	470040120	C	470030112	C
236010100	C	294019002	C	470020380	C
288140060	C	470050150	C	294020560	C
288630097	C	470030500	C	470010170	C
242011970	C	470070220	C	294020800	C
242010008	C	470010580	C	470060880	C
248090648	C	460080180	C	520030100	C
236010322	C	470060380	C	242010056	C
294022140	C	248020110	C	242020460	C
470032705	C	257010670	C	248085000	C
470050080	C	248020575	C	242020030	C
580010040	C	248081000	C	242020152	C
470010040	C	248091500	C	248090838	C
294011686	C	242020225	C	236020040	C
550010220	C	275011582	C	288631830	C
294024980	C	288140220	C	248090230	C
470050200	C	248042040	C	242020461	C
470020220	C	294027340	C	275020100	C
470020880	C	248090660	C	288740060	C
248080050	C	236010350	C	288240085	C
242020192	C	248090765	C	140010480	C
239010109	C	288260080	C	236010401	C
242020210	C	248090793	C	203014220	C
248020520	C	150020740	C	248042050	C

Tabla 8.2*Clasificación ABC para los productos de proveeduría*

Código	Clasificación	Código	Clasificación	Código	Clasificación
248090620	C	239010295	C	248010095	C
236020045	C	248020555	C	242010004	C
275020500	C	140010120	C	203014160	C
248042045	C	248040290	C	257010460	C
242010002	C	242020270	C	288260190	C

Apéndice 9. Manual de usuario para herramienta para asignación de productos



Asistente de acomodo de productos

Manual de usuario

Versión 01
Emisión: Junio 2023

Índice

01 Descripción general de la aplicación

02 Partes de la aplicación

01

Descripción general de la aplicación

Objetivo de la aplicación

Determinar la ubicación de cada producto en el almacén considerando tanto la zona a la que pertenece como el peso volumétrico de los productos.

Funcionalidad de la aplicación

Asiste de asignación de productos

Ingreso de las posiciones de tarima y las especificaciones de producto:

Browse...

Seleccionar archivo

Al iniciar la aplicación es necesario cargar la lista de documentos en un documento tabulado formato csv, que incluya el peso volumétrico, así como la zona a la que pertenece (A,B,C). Para cargarlo es solo necesario hacer click en el botón de "Browse..."

Asiste de asignación de productos

Ingreso de las posiciones de tarima y las especificaciones de producto:

Browse... Cargando datos.xlsx

Product_id	W	Position_id	X	Y
1	1	174	9.5	15.47
2	2	92	6.3	21.27
3	2	255	11.56	14.27
4	3	13	3.2	26.87
5	3.5	113	9.5	17.07
6	4	254	13.56	12.87
7	4.5	91	6.3	19.87
8	5	11	3.2	25.47
9	5.5	172	9.5	15.07

Una vez que los datos se han cargado, la aplicación generará una tabla que mostrará el ID del producto junto con la posición asignada para cada uno de ellos.

Asiste de asignación de productos

Ingreso de las posiciones de tarima y las especificaciones de producto:

Browse... Cargando datos.xlsx

Resultado Mapa

ID 1,2,3,5,8,9,11

Seleccionar ID

Seleccionar ID

1

2

3

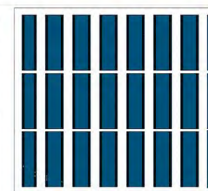
5

8

9

10

11



Por otro lado, la aplicación generará un mapa del la bodega donde se podrá seleccionar múltiples ID de producto y visualizarlo su posición en el almacén.

Asistente de acomodo de productos

02

Partes de la aplicación

Asiste de asignación de productos



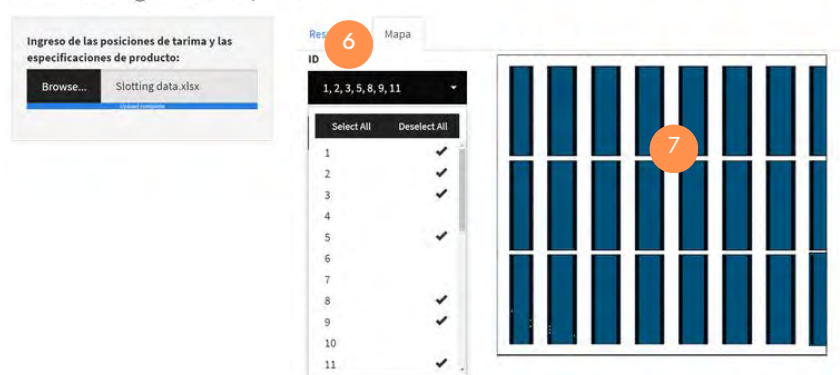
1. Botón para cargar el documento tabulado.
2. Ventana de resultados tabulados.
3. Ventana de resultados en el mapa, a modo de visualización.

Asiste de asignación de productos

4. ID de los productos.
5. ID de la posición a la que pertenece el ID del producto.
6. Filtro para seleccionar el ID de producto a visualizar.
7. Mapa del almacén.

	Product_id	W	Position_id	X	Y
1	1	1	174	9.5	18.47
2	2	3	92	6.3	21.27
3	3	2	255	13.56	14.27
4	4	3	12	3.2	26.87
5	5	3.5	173	9.5	17.07
6	6	4	254	13.56	12.87
7	7	4.5	91	6.3	19.87
8	8	5	11	3.2	25.47
9	9	5.5	172	9.5	15.67

Asiste de asignación de productos



Apéndice 10. ALDI-05 Instructivo del proceso de asignación de pedidos

 Gerencia Logística Dirección de Aprovisionamiento de Bienes y Servicios Área de Almacenamiento y Distribución	Instructivo del proceso de asignación de pedidos	Código del documento: ALDI-05 Versión: 01 Página 1 de 1
--	---	--

Elaborado / modificado por	Unidad	Firma

Revisado por	Unidad	Firma

Aprobado por	Unidad	Firma

Control de actualizaciones

Versión	01	Descripción	Versión inicial
---------	----	-------------	-----------------

Objetivo	El objetivo de este documento es proveer una guía para tareas y actividades parte del proceso de asignación de pedidos.
Alcance	Este instructivo aplica para el proceso de asignación de pedidos dentro del alcance del ALDI-01 Ficha descriptiva del proceso de asignación de pedidos ordinarios mensuales y ALDI-02 Ficha descriptiva del proceso de asignación de extra-pedidos.
Registros creados	Indicador de pedidos actualizado. Reporte de asignación de pedidos.

Tabla de contenidos

1. Roles y responsabilidades	2
2. Pedidos ordinarios de farmacia/proveeduría	2
2.1. Procesamiento de pedidos	2
2.2. Repartición de pedidos ordinarios	3
3. Extra-pedidos	4
3.1. Procesamiento de extra-pedidos	4
4. Asignación de pedidos.....	5
5. Notificación a los alistadores	6
6. Capacitaciones y ausencias	6
7. Glosario	6

1. Roles y responsabilidades

El equipo de asignación usualmente comprende en los siguientes roles:

Rol, según sea aplicable	Responsabilidad
Jefe/subjefe de unidad administrativa	Corresponde a la función encargada de asignar los pedidos recibidos (extra-pedidos y semanales). • Asignar y revisar los documentos a alistar a cada alistador disponible según la línea de alisto (línea de extra-pedidos, farmacia o proveeduría). • Completar el Reporte de asignación de pedidos. • Actualizar el Excel de Indicador de Pedidos correspondiente.
Alistador	• Confirmar los documentos a alistar (pedido completo, pedido dividido por pasillo o agrupaciones de extra-pedidos) asignados, con el jefe de unidad administrativa.
Pantografista	• Confirmar los documentos a alistar (pedidos de tarima completa) asignados, con el jefe de unidad administrativa.

2. Pedidos ordinarios de farmacia/proveedoría

2.1. Procesamiento de pedidos

De acuerdo con la tarea dos del proceso, cada uno de los documentos de solicitud de pedidos mensuales de farmacia o proveedoría se ingresan al programa para la optimización de rutas de alisto, estos son procesados por esta aplicación de manera que se obtienen tres tipos de documentos a alistar, los cuales se detallan a continuación:

- Pedidos de tarima completa: para cada documento de solicitud de pedido, el algoritmo del programa de optimización de rutas identifica, para cada línea de pedido, si cuentan con unidades suficientes para ser alistadas como tarimas completas, creando un documento de *pedido de tarima completa* el cual se asigna a los bodegueros con pantógrafo ya que manejan el equipo adecuado para alistar tarimas enteras. En el caso de que existan cantidades de producto que no pueden ser alistados sin fraccionar una tarima, es decir, hay una porción de la cantidad solicitada que debe ser alistada en **bultos**, el programa analiza esto para cada línea del pedido y optimiza la ruta obteniendo alguna de las siguientes dos opciones para documentos de pedidos a alistar:
- Sub-pedidos o pedidos divididos: para cada documento de solicitud de pedido, el algoritmo del programa de optimización de rutas analiza para cada código de producto, tanto su ubicación, así como su peso volumétrico y separa los pedidos cuando establece que esto es posible dada la proporción de líneas por pasillo de alisto. De esta manera, a partir del documento original se generan sub-pedidos que, posteriormente se asignan a diferentes alistadores para que puedan prepararlos. Este corresponde a un pedido de alisto en bultos.
- Pedidos completos: estos corresponden a los documentos de solicitud de pedidos que, sucesivamente a ser procesados por el programa de optimización de rutas y generado el documento de pedido de tarima completa, las cantidades a alistar en bultos no se dividen en diferentes documentos a alistar (sub-pedidos), en su lugar, se pueden asignar directamente al alistador. Este corresponde a un pedido de alisto en bultos.

2.2. Repartición de pedidos ordinarios

La asignación de pedidos ordinarios es realizada semanalmente, como indica la ficha descriptiva del proceso de asignación de pedidos ALDI-01. Este proceso se aplica para los pedidos que se tienen que asignar en la semana para las líneas de farmacia y proveeduría por aparte, es decir, no se permite mezclar la asignación de los pedidos de líneas distintas.

En primer lugar, para cada tipo de documento a alistar explicados en la sección anterior, se debe de totalizar los pedidos y dividirlos equitativamente en grupos según la cantidad de alistadores con los que cuente cada línea a la semana, como lo indican las tareas cinco y seis (pedidos de tarima completa), así como diez y once (pedidos de alisto en bultos) en el diagrama de flujo del proceso ALDI-03.

Las tareas cinco y diez del proceso implican la suma de todos los pedidos según su categoría, esto se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P_{kj} = \sum_{i=1}^n 1_{kj} \quad (1)$$

Donde:

P_{kj} = Total de pedidos tipo k a asignar en la semana j del año.

n = Cantidad de pedidos pendientes de asignar tipo k en la semana j del año según el cronograma de aliste de pedidos.

j = Semana del año.

k = Tipo de documento a alistar (1= pedido de tarima completa, 2= sub-pedido (alisto en bultos), 3=pedido completo (alisto en bultos)).

Seguidamente, las tareas seis y once estas necesitan del siguiente cálculo, es decir, la cantidad de pedidos a asignar por alistador según la cantidad de alistadores disponibles presentado en la ecuación (2).

$$A_{kj} = \frac{P_{kj}}{m} \quad (2)$$

Donde:

A_{jk} = Cantidad de pedidos tipo k a asignar en la semana j del año por alistador.

P_{jk} = Total de pedidos tipo k a asignar en la semana j del año.

j = Semana del año.

k = Tipo de documento a alistar (1= pedido de tarima completa, 2= sub-pedido (alisto en bultos), 3=pedido completo (alisto en bultos)).

m = Cantidad de alistadores disponibles en la línea (farmacia o proveeduría).

El tipo de pedido $k=1$ se asigna a los bodegueros que manejan pantógrafos disponibles. Los tipos de pedidos $k=2$ y $k=3$ se asignan entre los mismos alistadores disponibles para las líneas de farmacia y proveeduría, sin embargo, se decide como práctica recomendada su repartición de manera separada ya que los pedidos divididos conllevan una menor cantidad de líneas que un pedido completo.

Luego, para cada uno de los k tipos de documentos a alistar, el asignador debe de repartirlos en m grupos de A_{jk} pedidos, según el orden en que se encuentren de acuerdo con el cronograma de aliste de pedidos, donde aquellos con una fecha más cercana de entrega son repartidos de primero. Una vez hecha la repartición aparte por tipo de pedido, los m grupos de pedidos tipo $k=2$ se deben de juntar con los m grupos de pedidos tipo $k=3$ en parejas, para así obtener únicamente m cantidad de grupos de pedidos totales (sub-pedidos y pedidos completos) a asignar.

Como resultado de la repartición en estos grupos de pedidos, estos deben de ser asignados a los m alistadores, según la línea, en el sistema. El método específico de asignación de cada grupo de pedidos a un alistador en particular que permite considerar el equipo que este maneja, se presenta en la sección 4. Asignación de pedidos.

En el caso de que el resultado de la ecuación (2) no corresponda a un número entero, es responsabilidad del asignador de pedidos tomar la decisión sobre a cuál grupo de pedidos a asignar se debe de conceder el pedido faltante; además, el mismo corresponde al pedido que se encuentre de último lugar según el orden descendiente establecido por fecha de entrega en el cronograma de aliste de pedidos. Para tomar esta decisión, se deben de totalizar las tarimas ya asignadas a alistar por cada preparador de pedidos y asignar el pedido a la persona con la menor cantidad. En relación con lo anterior, en el caso de que existan dos o más personas con la misma cantidad de tarimas, queda a criterio del asignador de pedidos tomar esta decisión, para ello puede considerar factores como la experiencia, agilidad del alistador o la carretilla de alisto que utiliza.

3. Extra-pedidos

3.1. Procesamiento de extra-pedidos

Los extra-pedidos son solicitudes de productos adicionales a los pedidos mensuales, estos pueden llegar en cualquier día del mes y deben de alistarse rápidamente dado a la urgencia que puede implicar para el centro de salud (usualmente dentro de las siguientes 8 horas laborales desde la recepción del pedido). Estos se componen de una cantidad de líneas menor en comparación a un pedido ordinario y comprenden una cantidad de productos que pueden o no conformar una cantidad menor a una tarima, por ende, los extra-pedidos de diferentes centros pueden ser unificados para el proceso de alisto.

Los extra-pedidos deben de ser asignados diariamente, por esta razón se recopilan los pedidos recibidos en un día y se introducen en el programa para la agrupación de pedidos. El resultado es la obtención de extra-pedidos agrupados, conocidos como lotes de extra-pedidos, estos documentos son las versiones finales de los documentos a asignar que reúnen, para cada línea de pedido, información acerca de la cantidad de producto a alistar detallada por centro de salud. La capacidad de agrupación de pedidos de cada lote es de una tarima, es decir, se juntan extra-pedidos hasta que el volumen total no supere el de una tarima de alisto. Seguidamente, los lotes de pedidos resultantes deben de ser asignados. Similarmente a como se realiza para los pedidos ordinarios mensuales, en primer lugar, se totaliza la cantidad de lotes de acuerdo con la ecuación (3) según la instrucción de la tarea cuatro del diagrama ALDI-04.

$$E_{jk} = \sum_{i=0}^n i_{jk} \quad (3)$$

Donde:

E_{jk} = Total de lotes de extra-pedidos a asignar en el día j del mes k.

n= Cantidad de lotes de extra-pedidos pendientes a asignar para el día j del mes k.

j= Día del mes.

k= Mes del año.

Luego, para la tarea cinco del diagrama ALDI-04, se hace uso de la ecuación (4), lo cual resulta en la cantidad de lotes de extra-pedidos a asignar por alistador según la cantidad disponible de estos.

$$L_{jk} = \frac{E_{jk}}{m} \quad (4)$$

Donde:

L_{jk} = Cantidad de lotes de extra-pedidos a asignar por alistador en el día j del mes k .

E_{jk} = Total de lotes de extra-pedidos pendientes a asignar en el día j del mes k .

j = Día del mes.

k = Mes del año.

m = Cantidad de alistadores disponibles en la línea (extra-pedidos).

Luego, el asignador debe de repartirlos en m grupos de L_{jk} lotes a alistar, según el orden en que se encuentren de acuerdo con la fecha de entrega establecida en el Indicador de extra-pedidos, donde aquellos con una fecha más cercana son repartidos de primero.

Como resultado de la repartición en estos grupos de pedidos, estos deben de ser asignados a los m alistadores de extra-pedidos en el sistema. El método específico de asignación de cada grupo de pedidos a un alistador en particular que permite considerar el equipo que este maneja, se presenta en la sección 4. Asignación de pedidos.

Los lotes de extra-pedidos comprenden como máximo, el alisto de una tarima entera, por ende, estos pueden ser asignados equitativamente. De manera similar que, en el caso de los pedidos ordinarios, cuando el resultado de la ecuación (4) sea distinto a un número entero, se debe de asegurar que el resto de los lotes de extra-pedidos son repartidos de manera equitativa, por ende, queda a criterio del asignador considerar otros factores como la experiencia, agilidad de los alistadores de extra-pedidos o el tipo de carretilla que utilizan, para decidir quién debe de preparar el lote.

4. Asignación de pedidos

En el ALDI, se cuenta tanto con carretillas eléctricas como hidráulicas en el almacén, estas son utilizadas para el alisto de pedidos. En el caso de las carretillas eléctricas, hay una cantidad limitada en comparación con las carretillas hidráulicas, adicionalmente, las primeras tienen una mayor capacidad en cuanto a velocidad de transporte y algunas de ellas pueden manejar el alisto de hasta dos tarimas a la vez. Cada una de estas carretillas, tanto eléctricas como hidráulicas, son un activo bajo la propiedad de los alistadores, este derecho solo aplica para llevar a cabo tareas dentro del almacén. Es decir, cada bodeguero tiene asignada una carretilla fija para ejecutar sus funciones.

Para la asignación de pedidos, se considera el equipo que maneja el alistador de la siguiente manera: se debe asignar el grupo de pedidos de la línea (ya sea farmacia, proveeduría o extra-pedidos) con una mayor cantidad de tarimas a alistar al alistador con el equipo de mayor capacidad de alisto, es decir las carretillas eléctricas. Este criterio se aplica hasta que se hayan asignados todos los grupos de pedidos a un alistador.

En relación con lo anterior, para determinar a quién asignar cada grupo de pedidos, se debe de totalizar la cantidad de tarimas a alistar para cada grupo. Esta información está disponible en cada documento de pedido a alistar asignado, por lo tanto, se hace una sumatoria de las tarimas siguiendo la ecuación (5).

$$T_a = \sum_{i=1}^n 1_a \quad (5)$$

Donde:

T_a = Total de tarimas asignadas al grupo a .

n = Cantidad de tarimas asignadas al alistador a .

a = Grupo ($a = \{1, 2, 3, 4, 5 \dots m$ cantidad de grupos de pedidos a asignar}).

Como se menciona anteriormente, el grupo a con una mayor cantidad de T_a se asigna al alistador con la carretilla de mayor capacidad y así, sucesivamente. Existen tres tipos de carretillas en el ALDI las cuales se mencionan en orden de mayor capacidad:

- a. Carretillas eléctricas con capacidad de transportar dos tarimas.

- b. Carretillas eléctricas con capacidad de transportar una tarima.
- c. Carretillas hidráulicas con capacidad de transportar una tarima.

De esta manera, la asignación de los grupos de pedidos a un alistador en particular depende del equipo de manejo de material (carretilla) que estos tengan asignado como activo para el alistado de pedidos.

5. Notificación a los alistadores

De acuerdo con la tarea 13 del documento ALDI-03, así como la tarea 7 del documento ALDI-04, los alistadores de pedidos mensuales ordinarios, de extra-pedidos y los pantografistas, deben de confirmar los documentos que se les ha sido asignados, por medio de una aplicación de mensajería instantánea para su confirmación inicial de recepción de los pedidos en el sistema. Así también, los asignadores de pedidos deben de notificar el orden en que estos deben de ser preparados, la última actividad de ambos procesos establecida como *Notificación de la asignación*, incluye toda esta información, esto es recopilado en el Reporte de asignación de pedidos, el mismo funciona como un registro de esta información por medio de la aplicación Power BI.

El Reporte de asignación de pedidos debe ser oficialmente publicado por medio de la pantalla informativa del ALDI, donde los alistadores pueden consultar el pedido que deben de alistar.

6. Capacitaciones y ausencias

En el caso de la ocurrencia de una capacitación o ausencia imprevista de algún alistador, los pedidos a cargo del bodeguero deben de ser reasignados. Se debe de reasignar pedido por pedido a la persona con una menor cantidad de tarimas a alistar en la línea (farmacia, proveeduría o extra-pedidos).

7. Glosario

Definiciones de conceptos exclusivos a este instructivos se presentan a continuación.

Concepto	Definición
Alistador	Rol que se encarga de preparar u alistar los pedidos una vez asignados. El término preparador de pedidos se utiliza como equivalente a este concepto.
Documento de pedido a alistar	El documento de pedido a alistar corresponde al resultante una vez los documentos de solicitud de pedidos han sido procesados por medio del programa de agrupación de pedidos o el programa para la optimización de rutas de pedidos. Por ende, estos pueden corresponder a los siguientes cuatro tipos de resultados: pedidos de tarima completa, pedidos completos, pedidos divididos por pasillo, o extra-pedidos agrupados.
Unidad programática	Código del centro de salud.

Apéndice 11. ALDI-10 Instrutivo del proceso de alistio de pedidos

 Dirección Logística de Aprovisionamiento de Bienes y Servicios Área de Almacenamiento y Distribución	Instrutivo del proceso de alistio de pedidos	Código del documento: ALDI-10 Versión: 01 Página 1 de 1
--	---	--

Elaborado / modificado por	Unidad	Firma
----------------------------	--------	-------

Revisado por	Unidad	Firma
--------------	--------	-------

Aprobado por	Unidad	Firma
--------------	--------	-------

Versión	01	Descripción	Versión inicial
---------	----	-------------	-----------------

Objetivo	El objetivo de este documento es proveer una guía para tareas y actividades parte del proceso de alistio de pedidos.
Alcance	ALDI-06 Ficha descriptiva del proceso de alistio de pedidos ordinarios mensuales y ALDI-07 Ficha descriptiva del proceso de alistio de extra-pedidos.
Registros creados	- ALDI-11, Registro para la inspección de pedidos. - ALDI-12, Registro para la identificación de tarifas.

Tabla de contenido

1.	Roles y responsabilidades	3
2.	Pedidos ordinarios de farmacia/proveeduría	3
2.1.	Preparación del alistador	3
2.1.1.	Pedidos asignados.....	3
2.1.2.	Equipo de alistio	3
2.2.	Disponibilidad y recolección de productos	4
2.2.1.	Orden de recolección.....	4
2.2.2.	Codificación de las posiciones de producto en las zonas de alistio.....	4
2.2.3.	Verificación del lote del producto	7

2.2.4.	Cajas de varios.....	7
2.2.5.	Condiciones de despacho	8
2.2.6.	Rotulación de los productos	9
2.2.7.	¿Cómo saber cuándo ya se finalizó una tarima?.....	9
2.2.8.	Registro de información	10
2.3.	Inspección de la tarima.....	10
2.3.1.	Requisitos para la inspección de tarimas.....	10
2.3.2.	Pasos para la inspección de la tarima	10
2.4.	Embalaje y entrega de documentos	11
2.4.1.	Embalaje de la tarima.	11
2.4.2.	Colocación del pedido en la zona de despacho	12
3.	Extra-pedidos	12
3.1.	Preparación del alistador.	12
3.1.1.	Pedidos asignados.....	12
3.1.2.	Equipo	12
3.2.	Disponibilidad y recolección de productos	13
3.2.1.	Orden de recolección.....	13
3.2.2.	Codificación de las posiciones de producto en las zonas de alisto.....	13
3.2.3.	Verificación del lote del producto	13
3.2.4.	Cajas de varios.....	13
3.2.5.	Condiciones de despacho	13
3.3.	Entrega de la tarima y registro de información	13
3.3.1.	Rotulación de los productos	13
3.3.2.	¿Cómo saber cuándo ya se finalizó una tarima?.....	13
3.3.3.	Registro de información	13
3.4.	Inspección de la tarima.....	14
3.5.	Finalización del extra-pedido	14
3.5.1.	Clasificación de los productos por unidad programática.....	14
4.	Glosario	14

1. Roles y responsabilidades

El equipo de alisto de pedidos usualmente comprende en los siguientes roles:

Rol, según sea aplicable	Responsabilidad
Alistador de pedidos	• Prepara los pedidos (ordinarios mensuales y extra-pedidos) asignados de farmacia y proveeduría. • Notifica al pantografista cuando las zonas de alisto se encuentran desabastecidas. • Notifica a la jefatura sobre errores del sistema, así como inexactitud en los niveles de inventario reflejado por el sistema con respecto al físico.
Inspector de pedidos	• Inspecciona las tarimas con el fin de identificar posibles inconsistencias en las cantidades alistadas previo a su despacho.
Jefe/subjefe de unidad administrativa	• Se encarga de que las correcciones en el sistema, notificadas por los alistadores, sean realizadas.
Pantografista	• Reabastece zonas de alisto con la mercancía disponible en las zonas de almacenamiento • Alista los pedidos de tarima completa asignados.

2. Pedidos ordinarios de farmacia/proveedoría

2.1. Preparación del alistador

2.1.1. Pedidos asignados

Como primera tarea del proceso (según ALDI-08), el alistador debe revisar el reporte de asignación de pedidos que se proyecta en la pantalla informativa, en el cual se especifican los pedidos asignados de manera **semanal** para los alistadores de farmacia y proveeduría. Estos pedidos deben coincidir con los presentados en el *hand held*. Además, el alistador debe alistar los pedidos de acuerdo con el orden reflejado en el reporte, siendo este el definido por el proceso de asignación de pedidos dadas las fechas de entrega requeridas.

2.1.2. Equipo de alisto

Los equipos que utiliza el alistador para la preparación de pedidos corresponden al *hand held*, la carretilla (hidráulica o eléctrica), la mesa de trabajo y el material de alisto. El *hand held* y la mesa de trabajo están a disposición del alistador de manera diaria. Mientras que, la carretilla es un activo de la institución previamente asignado a cada colaborador, es decir, todo alistador es dueño de una carretilla y debe disponer de la misma para el alisto de sus pedidos.

Como indica la tarea dos en el cursograma del proceso, el *hand held* y los documentos de registros son recolectados por el alistador; en el caso del *hand held*, esto se realiza una vez en el día laboral y no cada nuevo inicio del alisto de un pedido. En caso de que el dispositivo esté descargado, este puede ser reemplazado por otro.

En relación a lo anterior, se presentan los elementos que forman parte del material de alisto y que cada bodeguero debe de asegurar que tiene en su mesa de trabajo:

- a. Tarimas.
- b. Plástico de embalaje.
- c. Marcadores.
- d. Cinta.
- e. Etiquetas.
- f. Cúter.
- g. Lapicero.

Con respecto al cuidado de las tarimas, se deben de tener las siguientes consideraciones:

- a. El alistador es responsable de confirmar que la tarima se encuentre en buenas condiciones, es decir, que no se detecten señales de inestabilidad o irregularidades que puedan dañar la integridad de las cajas por el movimiento. Específicamente se deben de revisar los siguientes aspectos de la misma:
 - o La tarima no debe tener tablas rotas ni clavos que sobresalgan.
 - o La tarima debe de estar nivelada.
 - o No debe tener piezas de madera deformadas o faltantes.
 - o La madera debe estar sana, de borde cuadrado, libre de moho y olores nocivos.
- b. Si la tarima muestra algún daño o deterioro, como los mencionados anteriormente, esta debe ser cambiada y descartada.
- c. Cuando las tarimas estén vacías o sin utilizar mantenga las mismas en las zonas designadas para su almacenamiento, no recueste o ponga la tarima vacía al lado.
- d. Absténgase de pararse o sentarse sobre la tarima en todo momento.
- e. Durante el alisto del pedido, verifique desde el primer nivel o cama de cajas posicionadas, que ninguna parte de estas quede por fuera de la tarima.
- f. Similarmente, al preparar el pedido si considera que la tarima es pequeña, reemplácela por otra más grande.

2.2. Disponibilidad y recolección de productos

2.2.1. Orden de recolección

En la tarea seis del cursograma analítico ALDI-08, el alistador se debe dirigir a los códigos de alisto presentes en el documento de pedido a alistar. La recolección de estos se debe realizar según el orden en el que estos aparecen en el documento en el *hand held*, empezando desde los superiores a las inferiores y siguiendo la columna del pedido que indica la ubicación de la posición a visitar. A continuación, la siguiente sección presenta la manera en la que se debe interpretar el código de la ubicación de un producto.

2.2.2. Codificación de las posiciones de producto en las zonas de alisto

La codificación de las posiciones en el almacén se presenta de la siguiente manera según muestra la Tabla 1; esta consta de un número de pasillo, un número de rack, un nivel, la posición y un número de ubicación de la tarima.

Tabla 1

Codificación de las posiciones de productos del ALDI

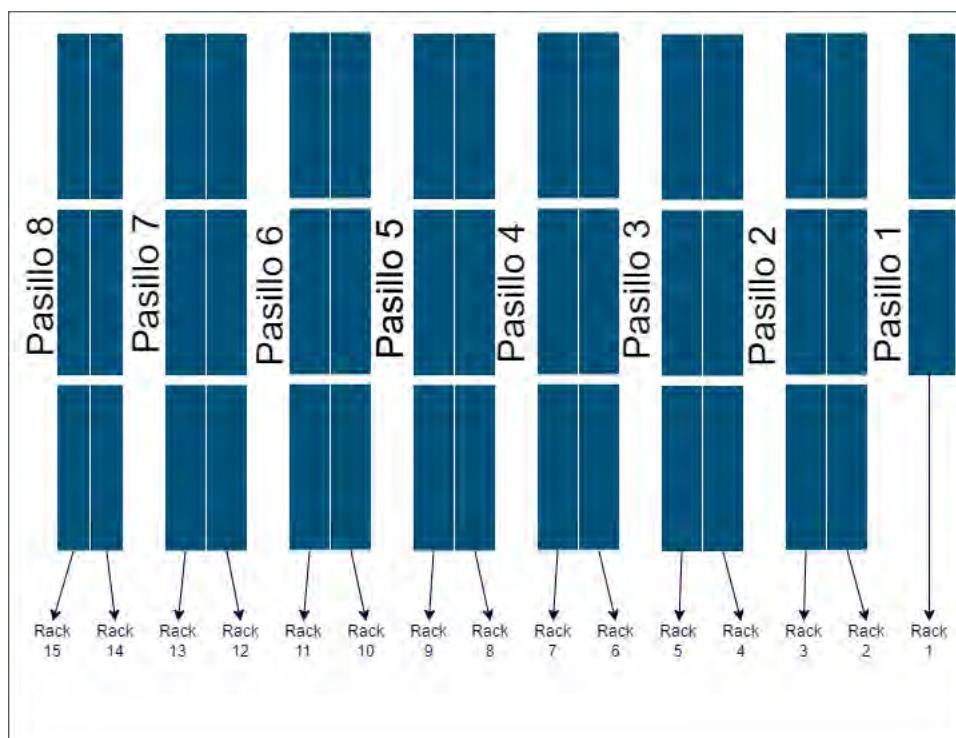
X	-	X	-	X	-	X	-	X
Pasillo	Rack		Nivel	Posición		Tarima		

Seguidamente, se presenta la explicación de cada uno de estos elementos:

- a. **Pasillo:** la zona de alisto del ALDI se conforma de ocho pasillos como refleja la Figura 1:

Figura 1

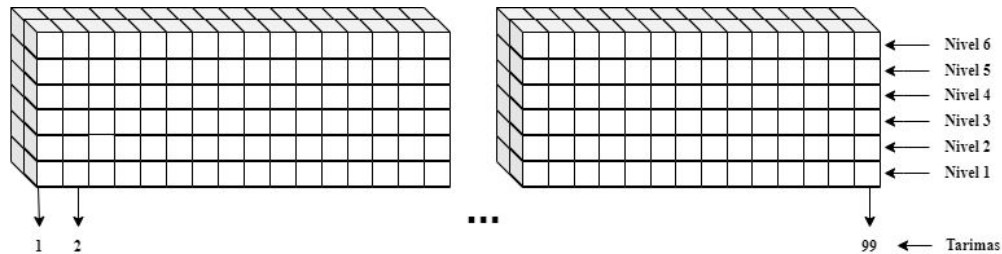
Configuración de los pasillos y los racks en el ALDI



- b. **Rack:** para comprender el número de *rack* o estante que se referencia en el código de la posición se presenta la Figura 1. Cada *rack* consta en total de 102 ubicaciones de tarima y está subdividido en tres partes al ser separado por pasillos horizontales.
- c. **Nivel:** los *racks* en el ALDI comprenden seis niveles de altura (desde el suelo hasta su punto más alto), observe la Figura 2 para mayor referencia.

Figura 2

Configuración de los niveles y tarimas de un rack en el ALDI



- d. **Posición:** en una unidad básica de *rack* doble, como es el caso de aquellos existentes en el ALDI, existen 6 posiciones para la colocación de tarimas; la Figura 3 muestra una vista para la comprensión de las posiciones del *rack*.

Figura 3

Configuración de las posiciones en cada uno de los racks dobles del ALDI

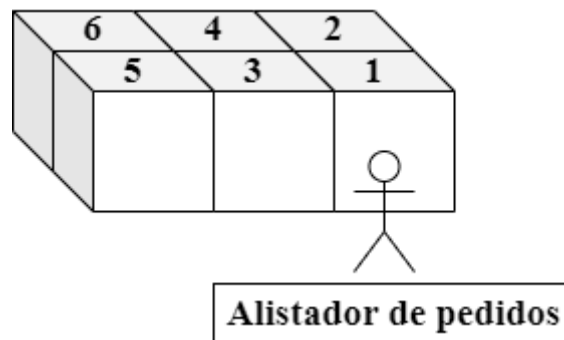
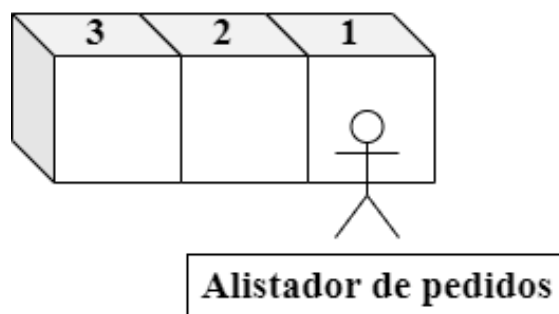


Figura 4

Configuración de las posiciones en cada uno de los racks simples del ALDI



- e. **Tarima:** se refiere a la ubicación de la columna de un *rack*, para mayor referencia ver la Figura 2 para las codificaciones de las tarimas.

2.2.3. Verificación del lote del producto

En la tarea 10 del proceso de alisto de farmacia y proveeduría (ALDI-08) se especifica que, para cada línea alistada, se debe verificar la cantidad solicitada, el número de lote y su fecha de vencimiento. A continuación, la Tabla 2 explica qué debe hacer el alistador en situaciones que se pueden presentar, relacionadas a esta tarea.

Tabla 2.

Pasos por seguir para situaciones referentes a la verificación del lote de producto

Situación	¿Qué hacer?
Lote con inventario físico, pero con inventario insuficiente en sistema.	1. El alistador debe anotar este error en el sistema colocando la condición de despacho 12, lo cual permite ingresar la cantidad de producto alistada. 2. El alistador debe notificar inmediatamente a la jefatura para que realice la corrección en el sistema por medio de la aplicación de mensajería instantánea.
Lote sin inventario físico, pero con inventario en sistema.	1. El alistador debe anotar este error en el sistema colocando la condición de despacho 12, lo cual permite que no se ingrese una cantidad alistada dada la falta de producto. 2. El alistador debe notificar inmediatamente a la jefatura para que realice la corrección en el sistema por medio de la aplicación de mensajería instantánea.
Lote vencido.	1. En el caso de que existan otros lotes disponibles, debe volver a la tarea 10 y escanear otro lote de producto para el alisto. 2. En el caso de que NO existan otros lotes disponibles, debe registrar la condición de despacho 8 en el sistema.
Inventario físico de un lote es insuficiente para satisfacer la cantidad solicitada.	1. En el caso de que la cantidad de el lote escaneado sea insuficiente para satisfacer toda la cantidad solicitada, se debe escanear otro lote disponible hasta completar la cantidad necesaria a alistar. 2. En el caso de que la cantidad de un lote sea insuficiente y no existan otros lotes disponibles se debe registrar la condición de despacho 1.
El <i>hand held</i> no escanea el código del lote.	1. Escanea el lote hasta 5 veces, si no funciona coloque la condición de despacho 13 y anote en el <i>hand held</i> los números de lotes alistados.

2.2.4. Cajas de varios

Las cajas de varios se refieren a las cajas utilizadas para guardar las cantidades de los productos que se deben alistar en unidades sueltas. Estas cajas deben ser demarcadas con las etiquetas amarillas que contienen la palabra “Varios”, con el fin de indicarle a los centros médicos que dentro de ellas pueden venir distintos productos. Esta colocación del adhesivo es **mandatoria** para todas las cajas de varios y en caso de no estar presente va a representar una inconsistencia del pedido en la actividad de inspección.

2.2.5. Condiciones de despacho

En el ALDI se utilizan códigos para condiciones de despacho ya que estas funcionan para denotar situaciones donde las líneas de pedido solicitadas tienen alguna condición especial con respecto a su alisto regular. Estas deben ser ingresadas al sistema, si alguna es aplicable, según la tarea 18 del cursograma. De esta manera, con el fin de brindarle al alistador una guía sobre cuándo se deben utilizar, se procede a describir cada una de ellas en la Tabla 3.

Tabla 3.

Condiciones de despacho

Condición de despacho	¿Cuándo utilizarla?	¿Se alista el producto en el pedido?
1- Cantidad ajustada por poca existencia en el almacén.	Se utiliza cuando hay una cantidad limitada de mercancía de un producto en el almacén impidiendo que se aliste la cantidad solicitada.	Sí, con la cantidad ajustada por poca existencia.
2- Cantidad ajustada por concepto de empaque.	Se utiliza cuando se debe enviar más cantidad de producto en una línea de pedido debido al mínimo fraccionamiento permitido por el producto (su empaque).	Sí, con la cantidad ajustada por empaque.
3- Artículo restringido.	Se utiliza cuando se solicitan productos que solo pueden ser despachados por la autorización escrita de la gerencia.	No, a excepciones de que sean aprobados en extra-pedido.
4- Producto no disponible.	Se utiliza cuando se solicita un producto que ya no forma parte del catálogo de productos del ALDI.	No.
5- Existencia no disponible.	Se utiliza en dos casos: 1. Cuando hay existencia disponible, pero en otro almacén de distribución de la CCSS. 2. Cuando el producto no cuenta con las condiciones adecuadas para ser despachado y no se ha realizado el ajuste para sacarlo del sistema.	No.
6-0 Cero Abastecimiento.	Se utiliza cuando un producto se encuentra desabastecido.	No.
7- Producto en control de calidad.	Se utiliza cuando el producto disponible está en el proceso de control de calidad (el cual dura de 15 a 20 días) por lo cual no se puede despachar.	No.

Tabla 4.*Condiciones de despacho*

Condición de despacho	¿Cuándo utilizarla?	¿Se alista el producto en el pedido?
8- Producto disponible con menos de 90 días para su vencimiento.	Se utiliza cuando las unidades disponibles de producto para alisto tienen menos de 90 días para vencimiento.	Sí.
9- Cantidad ajustada por concepto de presupuesto de despacho.	Se utiliza cuando el centro médico pide una cantidad de producto que supera su presupuesto establecido.	Sí, se alista únicamente la cantidad autorizada a despachar.
10- Despacho en tarima completa.	Se utiliza cuando el producto se despacha en una tarima completa, es decir, no se fracciona la tarima.	Sí.
11- Error de sistema: linealidad de inventario.	Se utiliza cuando existe un lote con inventario físico, pero no hay inventario en sistema o viceversa (no hay inventario físico, pero sí existe en sistema).	Si existe físicamente el inventario no restringido, las unidades deben de alistarse y se debe agregar la nota en el <i>hand held</i> del lote que se alista. Si no existe físicamente el inventario, no se alista.

2.2.6. Rotulación de los productos

La tarea 19 del proceso de alisto propuesto se refiere a la rotulación de los productos, la cual se realiza con el fin de facilitar el reconocimiento de los productos en las tarimas alistadas tanto para la actividad de inspección del proceso, así como para la inspección realizada por los centros médicos en su recibo, una caja de cada una de las líneas de pedido alistadas debe ser demarcada con los últimos cuatro números del código del producto y la cantidad en unidades alistadas de este.

2.2.7. ¿Cómo saber cuándo ya se finalizó una tarima?

La tarea 20 del proceso de alisto hace la pregunta sobre si ya se ha finalizado la tarima del pedido en la cual se está trabajando. En este caso el alistador debe consultar el pedido en el *hand held* y asegurarse que todos los códigos que deben ir acomodados en la misma tarima ya fueron recolectados, o que tienen asignada una condición de despacho. En caso afirmativo la tarima se considera como finalizada y se puede proseguir a alistar la siguiente tarima o a la finalización del pedido. Por el contrario, si no todos los códigos presentes en el documento han sido incluidos, el alistador debe alistar los faltantes hasta completar la tarima y subsecuentemente, el pedido.

2.2.8. Registro de información

Para obtener las métricas relevantes al proceso, el alistador debe registrar **por pedido y sub-pedido** (en el caso de *split order picking*) la cantidad de tarimas y cajas de varios alistadas en el sistema.

2.3. Inspección de la tarima

Con la tarea 24 del proceso de alisto (ALDI-08) se empieza la actividad de inspección de las tarimas, en la cual se busca asegurar que no existan inconsistencias en el pedido a enviar, previo a que este sea entregado a despacho. Esta responsabilidad recae en el inspector de pedidos. A continuación, se enumeran algunos requisitos para llevar a cabo esta actividad exitosamente:

2.3.1. Requisitos para la inspección de tarimas.

- a. La tarima debe encontrarse en la zona de inspección.
- b. La tarima debe traer adjunto a ella el registro ALDI-12 completado.
- c. Se debe utilizar, el registro ALDI-11 Registro para la inspección de pedidos para anotar las inconsistencias encontradas en la tarima.
- d. El inspector debe anotar en el registro ALDI-11 el tipo de inconsistencia, el número de tarima donde se encontró el error, el código de producto y la cantidad sobrante/faltante de este en unidades de alisto. Asimismo, también debe completar la unidad programática de la tarima, la identificación del documento alistado, el nombre tanto del alistador que preparó la tarima como del inspector y la línea de alisto. En caso de que no haya inconsistencias a registrar el alistador debe completar la pregunta número seis con seleccionando la opción “No”.
- e. La recolección de las unidades faltantes/sobrantes debe realizarse al haber finalizado la inspección de la totalidad de las tarimas del pedido.
- f. Tras haber recolectado las unidades faltantes/sobrantes y al haberlas colocado en la tarima, el alistador debe corregir en el sistema los datos ingresados según el registro completado ALDI-11.
- g. Esta actividad finaliza hasta que se corrijan las inconsistencias encontradas tanto en el pedido preparado para despachar como en el sistema.

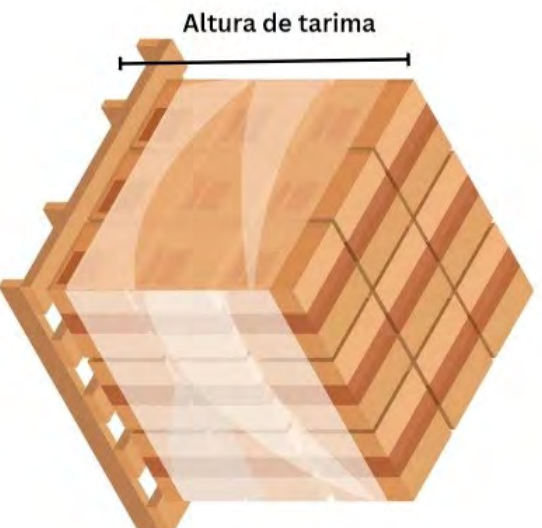
2.3.2. Pasos para la inspección de la tarima

- a. Revise cada línea de pedido del pedido alistado en el *hand held*, según la respectiva tarima a inspeccionar, y corrobore que la cantidad solicitada coincida con la cantidad alistada de producto, esto debe cumplirse para toda línea de pedido a menos que exista una condición de despacho que justifique una diferencia entre estas cantidades. Si existe cantidad faltante o sobrante, complete el registro ALDI-11.
- b. Paralelamente, revise el estado de las cajas, verifique si existe algún daño físico, caso en el cual se debe comunicar a la jefatura para que se determine cómo proceder con el producto.
- c. Revise que las etiquetas estén correctamente colocadas. En caso de rompimiento, mal pegue o suciedad de la etiqueta durante su adherencia en la caja, esta debe ser sustituida.
- d. Verifique que la cantidad de tarimas y cajas de varios registradas en el sistema y la cantidad física coincidan.

- e. Revise el estado de la tarima, si existe algún daño físico debe de comunicarse a la jefatura y cambiar el *pallet* de la tarima alistada. Verifique el estado de esta con los cuidados planteados en la sección Equipo de alisto.
- f. Verifique la altura de la tarima, esta debe de tener una altura máxima de dos metros. La Figura 5 muestra la altura de una tarima, esta se toma desde la tarima de madera (en el suelo) hasta el punto más alto de las cajas apiladas.

Figura 5

Altura de una tarima



- g. Si durante la revisión del pedido alistado se encuentra una irregularidad en la información o cantidad ingresada, se debe de corregir la cantidad e ingreso de información en el sistema. En el caso de que la irregularidad esté relacionada con cantidad de producto faltante (sin una condición de despacho que justifique la razón de falta de producto) o sobrante, se debe de completar el formulario ALDI-11.
- h. Se debe de remover el producto sobrante y realizar el ajuste de cantidad e ingreso de la información relacionada a las irregularidades encontradas y corregidas en el sistema; este producto debe de ser devuelto a la zona de alisto correspondiente una vez finalizada la inspección.
- i. Se debe de recolectar el producto faltante siguiendo el formulario ALDI-11 y realizar el ajuste de la cantidad e ingreso de la información relacionada a las irregularidades encontradas y corregidas en el sistema.

2.4. Embalaje y entrega de documentos

2.4.1. Embalaje de la tarima.

- a. Una vez que finalizado el proceso de inspección, embale la tarima con el plástico de embalaje. *Nota:* se recomienda la utilización de dispositivos de protección como esquineros, flejes, plástico y cartón.

- b. La envoltura debe cubrir completamente el contenido de la tarima. Se deberá cubrir la porción inferior y superior de la tarima con plástico a un mínimo de 3 in (76 mm).
- c. La envoltura debe cubrir al menos 50% del plástico aplicado en la vuelta anterior y un máximo recomendado de 4 capas.
- d. El plástico debe aplicarse con presión suficiente para que la carga de la tarima quede asegurada. El plástico no debe ser colocado con tanta presión que provoque la deformación de las cajas.
- e. Revise que la tarima esté bien envuelta con el plástico y que este no se encuentre dañado. Si se encuentra algún daño inaceptable, retire el plástico dañado y repita el proceso.
- f. Aplique etiquetas plásticas indicando “No apilar tarimas” en todos los cuatro lados de la paleta.
- g. Rotule las tarimas del pedido con el nombre del centro médico, fecha (formato DD/MM/AA), línea de alisto, unidad programática, número de solicitud de pedido (factura del centro de salud), entre otros datos solicitados en el registro ALDI-11.
- h. Coloque el registro ALDI-11, las etiquetas adicionales y otra documentación requerida de manera visible y disponible para que pueda ser leída cuando sea recibida.
- i. Asegure que, al pegar la documentación ALDI-11, la cinta o adhesivo utilizado no tenga contacto con la carga interna para evitar daños a la misma.

2.4.2. Colocación del pedido en la zona de despacho

La finalización del pedido se realiza una vez este haya sido embalado y entregado en la zona de despacho correspondiente a la línea de alisto (farmacia o proveeduría).

3. Extra-pedidos

3.1. Preparación del alistador.

3.1.1. Pedidos asignados.

Como primera tarea del proceso de alisto de extra-pedidos (ALDI-09), el alistador debe revisar el Reporte de Asignación de Pedidos en la pizarra informativa, en el cual se especifican los pedidos asignados para alisto de manera **diaria** para los alistadores de extra-pedidos, estos pedidos deben coincidir con los presentados en el *hand held*. Además, el alistador debe alistar los pedidos de acuerdo con el orden reflejado por el reporte, siendo este el definido según el proceso de asignación de extra-pedidos.

Las órdenes son asignadas a los alistadores de extra-pedidos como agrupaciones (*batches*) de varios extra-pedidos en un mismo documento a alistar, el cual trae las líneas de pedido y las cantidades de producto a alistar en cada una de ellas (el documento incluye la distinción de cantidad de producto necesario por centro médico) para facilitar la preparación del pedido.

3.1.2. Equipo

Los equipos para utilizar por el alistador para la preparación de pedidos serán el *hand held*, la carretilla (manual o eléctrica), la mesa de trabajo y el material de alisto. El *hand held* y la mesa de trabajo estará a disposición del alistador de manera diaria, mientras que las carretillas son un activo previamente asignado a un alistador. Refiérase a la sección 2.1.2 para mayor detalle sobre el equipo de alisto.

3.2. Disponibilidad y recolección de productos

3.2.1. Orden de recolección

La recolección de los productos se debe realizar según el orden en el que estos aparecen en el documento a alistar dentro del *hand held*, empezando desde los superiores a las inferiores y siguiendo la columna del pedido que contiene el código de la posición a visitar. El documento del *batch* contiene la cantidad de producto a alistar por centro médico, el alistador debe alistar la cantidad **total** para la línea de producto, realizando solo una visita a este por documento a alistar.

3.2.2. Codificación de las posiciones de producto en las zonas de alisto

Siga las instrucciones presentadas en la sección 2.2.2.

3.2.3. Verificación del lote del producto

Siga las instrucciones, según el caso correspondiente, presentadas en la sección 2.2.3.

3.2.4. Cajas de varios

Siga las instrucciones presentadas en la sección 2.2.4.

3.2.5. Condiciones de despacho

En el ALDI se utilizan las condiciones de despacho para denotar situaciones donde las líneas de pedido solicitadas tienen alguna condición especial con respecto al alisto regular. En la Tabla 3 son descritas las utilizadas actualmente en el ALDI.

3.3. Entrega de la tarima y registro de información

3.3.1. Rotulación de los productos

La tarea 19 del proceso de alisto propuesto se refiere a la rotulación de los productos, la cual se realiza con el fin de facilitar el reconocimiento de los productos en las tarimas alistadas, tanto para la actividad de inspección del proceso, así como para la inspección realizada por los centros médicos en su recibo, una caja de cada una de las líneas de pedido alistadas debe ser demarcada con los **últimos 4 números del código del producto** y la **cantidad en unidades de alisto solicitadas para cada uno de los centros médicos** así como el total.

3.3.2. ¿Cómo saber cuándo ya se finalizó una tarima?

La aplicación para la asignación y agrupación de extra-pedidos está configurada para que cada *batch* asignado no exceda la tarima completa, por lo que el alistador terminará el pedido cuando finalice la recolección de los productos descritos en el documento a alistar correspondiente al *batch*.

3.3.3. Registro de información

Para obtener las métricas relevantes al proceso, el alistador debe registrar en el sistema, para cada *batch*, la cantidad de cajas de varias alistadas.

3.4. Inspección de la tarima

Siga las instrucciones presentadas en la sección 2.3.

3.5. Finalización del extra-pedido

La finalización del pedido consiste en clasificar la tarima alistada en los productos y sus cantidades entre los extra-pedidos de los centros médicos que conforman el batch, esta tarea se explica a detalle en la siguiente subsección; así como en la identificación de cada uno de los extra-pedidos por medio del registro ALDI-12 y su respectiva colocación en la zona de despacho.

3.5.1. Clasificación de los productos por unidad programática

Como fue mencionado anteriormente, los extra-pedidos se alistan por medio de *batches*, los cuales son la agrupación de varios extra-pedidos solicitados por diferentes unidades programáticas, por lo cual al finalizar el documento de alisto, así como el proceso de inspección es necesario dividir las cantidades de producto según lo solicitado por cada unidad programática.

Los pasos por seguir para la separación del *batch* en tarimas por unidad programática son descritos a continuación:

- El documento de alisto provee la cantidad de unidades por cada línea de producto que corresponden a cada centro médico, el alistador debe utilizarlo como guía para realizar la separación del *batch* en los extra-pedidos agrupados.
- Durante la clasificación, se deben de separar los productos de cada extra-pedido y colocarlos juntos en una misma tarima, es decir se debe de disponer de tarimas según la cantidad de centros médicos presentes en el documento alistado del *batch*.
- Al haber separado las cantidades de los productos en las respectivas tarimas por centro médico, el alistador debe colocar el registro ALDI-11 sobre cada extra-pedido (tarima), de forma visible.

Cabe resaltar que las tarimas de extra-pedidos **no** deben ser embaladas con el material debido a las revisiones en despacho realizadas por los centros médicos en el momento en que estos llegan a recogerlas.

La finalización del extra-pedido concluye con la colocación de todas las tarimas en la zona de despacho.

4. Glosario

Definiciones de conceptos exclusivos a este instructivos se presentan a continuación.

Concepto	Definición
Alistador	Rol que se encarga de preparar u alistar los pedidos una vez asignados. El término preparador de pedidos se utiliza como equivalente a este concepto.
Documento a alistar	El documento a alistar corresponde al resultante una vez los documentos de solicitud de pedidos han sido procesados por medio del programa de agrupación de pedidos o el programa para la optimización de rutas de pedidos. Por ende, estos pueden

Concepto	Definición
	corresponder a los siguientes cuatro tipos de resultados: pedidos de tarima completa, pedidos completos, pedidos divididos, o extra-pedidos agrupados.
Unidad programática	Código del centro de salud.



Asistente de alisto de pedidos

Manual de usuario

Versión 01
Emisión: Junio 2023

Índice

01 Descripción general de la aplicación

02 Partes de la aplicación

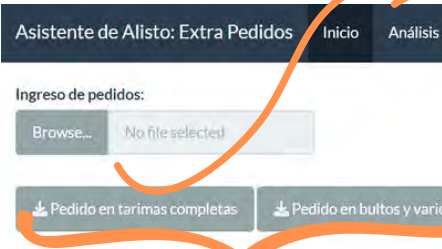
01

Descripción general de la aplicación

Objetivo de la aplicación

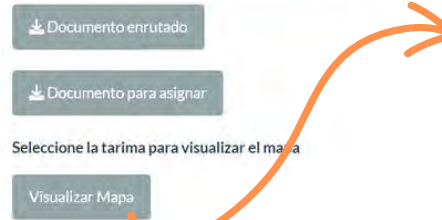
Procesar un pedido (o conjunto de extra-pedidos) separando las tarimas completas de los bultos y unidades sueltas determinando a qué tarima debe pertenecer cada producto, así como el orden en que deben ser alistados para minimizar la distancia total del recorrido de aliste.

Funcionalidad de la aplicación



Al iniciar la aplicación es necesario cargar un pedido (o conjunto de extra-pedidos) en un documento tabulado formato csv. Para cargarlo es solo necesario hacer click en el botón de "Browse..." de la pestaña de Inicio.

La aplicación cuenta con la opción de descargar múltiples documentos, todos por medio de botones, que se caracterizan por contar con el símbolo de descarga (el mismo que estos dos botones previo al texto). Para realizar la descarga basta con hacer click en cualquiera de estos botones.



Para generar un mapa de los productos a alistar en el documento cargado, una vez cargado un pedido, es necesario darle click al botón de "Visualizar Mapa" en la pestaña de Análisis.

02

Partes de la aplicación

Asistente de Alisto: Extra Pedidos Inicio Análisis

Ingreso de pedidos:

Browse... Extrapedidos Prueba.xlsx

Unidad completa

Pedido en tarimas completas Pedido en bultos y varios

ID de extra-pedidos: 1586187546

Bodega: Farmacia

ID de documentos de solicitud de pedido:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

1. Botón para cargar el documento tabulado.
2. Botón para descargar las tarimas completas del documento.
3. Botón para descargar los bultos y unidades sueltas del documento.
4. ID del documento.
5. Lista de extra-pedidos o pedido a alistar.

6. Ventana para visualizar el documento cargado.

7. Ventana para visualizar las tarimas completas del documento.

8. Ventana para visualizar los productos en bultos y unidades sueltas del documento.

9. Tabla para visualizar el documento, cuenta con filtros debajo del nombre de cada producto.

Documento completo Documento en tarimas completas Documento en bultos y varios

Show 10 entries Search:

ID de Producto	Nombre	Volumen Total	Peso	Cantidad	Posición	Bodega	Centro
All	All	All	All	All	All	All	All
1	570 Pastilla x1	0.19	2	4	5-150	Farmacia	Centro y1
2	349 Pastilla x2	0.01	1	1	6-97	Farmacia	Centro y1
3	505 Pastilla x3	0.03	1	1	5-85	Farmacia	Centro y1
4	213 Pastilla x4	0.14	2	2	7-129	Farmacia	Centro y1
5	524 Pastilla x5	0.03	1	1	5-104	Farmacia	Centro y1
6	146 Pastilla x6	0.02	1	1	7-62	Farmacia	Centro y1
7	269 Pastilla x7	0.25	1	6	6-17	Farmacia	Centro y1
8	142 Pastilla x8	0.05	1	1	7-58	Farmacia	Centro y1
9	253 Pastilla x9	0.19	2	6	6-1	Farmacia	Centro y1
10	557 Pastilla x10	0.06	2	3	5-137	Farmacia	Centro y1

Showing 1 to 10 of 120 entries Previous 1 2 3 4 5 ... 12 Next

02

Partes de la aplicación (continuación)

Asistente de Alisto: Extra Pedidos Inicio Análisis

Documento enrutado 10

Documento para asignar 11

Seleccione la tarima para visualizar el mapa

1 2 3 4 5 6 7 12

Visualizar Mapa 13

14

Show 10 entries Search:

ID de Producto	Nombre	Peso	Cantidad	Posición	Centro	Prioridad	Tarima	ID del Batch
1	422 Pastilla x105	3	1	5-2	Centro y25	1	1	1-1686107946
2	267 Pastilla x53	3	6	6-15	Centro y11	2	1	1-1686107946
3	445 Pastilla x62	3	1	5-25	Centro y11	3	1	1-1686107946
4	223 Pastilla x87	3	1	7-139	Centro y17	4	1	1-1686107946
5	224 Pastilla x113	3	3	7-140	Centro y26	5	1	1-1686107946
6	335 Pastilla x109	3	2	6-83	Centro y25	6	1	1-1686107946
7	326 Pastilla x59	3	1	6-74	Centro y11	7	1	1-1686107946
8	394 Pastilla x77	3	1	6-142	Centro y17	8	1	1-1686107946
9	513 Pastilla x72	2	1	5-93	Centro y17	9	1	1-1686107946
10	443 Pastilla x65	2	1	5-23	Centro y11	10	1	1-1686107946

Showing 1 to 10 of 74 entries Previous 1 2 3 4 5 ... 8 Next

10. Botón para descargar el documento procesado.

11. Botón para descargar un documento de apoyo para el proceso de asignación.

12. Lista de tarimas a alistar.

13. Botón para visualizar el mapa de las tarimas.

14. Tabla para visualizar el documento procesado, cuenta con filtros debajo del nombre de cada producto. Incluye

columnas adicionales de prioridad (orden en que debe de alistarse el producto), tarima y ID-Batch (en caso de ser extra-pedido).