



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD
DE INGENIERIA

MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN INTERNA DEL DEPÓSITO DE UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS

TRABAJO FINAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

AUTORES

De Luca, Micaela

Zagorda, Ignacio Hugo

MAR DEL PLATA, 2014



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN INTERNA DEL DEPÓSITO DE UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS

TRABAJO FINAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

AUTORES

De Luca, Micaela

Zagorda, Ignacio Hugo

MAR DEL PLATA, 2014

MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN INTERNA DEL DEPÓSITO DE UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS

AUTORES

De Luca, Micaela
Zagorda, Ignacio Hugo

DIRECTOR

Onaine, Adolfo Eduardo
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

EVALUADORES

Esteban, Ma. Alejandra
Mortara, Verónica A.
Tabone, Luciana B.
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Ingeniero Federico Pita Carranza, de la Consultora Neologistix, por los datos e información suministrada y por su buena predisposición al momento de aclarar nuestras inquietudes a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

Agradecemos al Mg. Ingeniero Adolfo Eduardo Onaine, director del trabajo, por habernos acompañado y aclarado en todo momento nuestras consultas.

Agradecemos a la Facultad de Ingeniería que, con sus profesionales, nos brindó los conocimientos y herramientas necesarias para la realización del trabajo final de nuestra carrera.

Agradecemos a nuestras familias y amigos por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xii
1 Introducción	1
1.1 Descripción general	1
1.2 Contexto productivo	2
1.2.1 Mercado externo.....	2
1.2.2 Mercado interno.....	3
1.3 Descripción del problema.....	3
1.4 Justificación del proyecto	4
1.5 Explicación de objetivos generales y específicos	4
1.6 Descripción del ordenamiento del informe	6
2 Marco Teórico	7
2.1 Cadena de suministro	7
2.1.1 Definición	7
2.1.2 Diferencia entre logística y cadena de suministro	7
2.1.3 Planeación de la logística y de la cadena de suministros	7
2.2 Logística	8
2.2.1 Definición	8
2.2.2 Importancia del área de logística.....	8
2.2.3 Relación entre logística y otras áreas de la empresa	8
2.2.4 Costos logísticos.....	9
2.2.5 Actividades clave de logística.....	9
2.2.5.1 Gestión de inventarios	10
2.2.5.1.1 Definición de Stock	10
2.2.5.1.2 Funciones de los stocks.....	10
2.2.5.1.3 Clasificación.....	10
2.2.5.1.4 Método ABC- Concepto	11
2.2.5.2 Nivel de servicio.....	11
2.2.5.3 Transporte	12
2.3 Flujo de materiales.....	12
2.3.1 Concepto	12
2.3.2 Técnicas para el análisis de flujos.....	12

2.3.3	Análisis de la relación de actividades	13
2.4	Almacén	13
2.4.1	Definición	13
2.4.2	Funciones	14
2.4.3	Zonas del almacén	14
2.4.4	Clasificación.....	15
2.5	Distribución interna	16
2.5.1	¿Qué es la distribución interna?.....	16
2.6	Sistemas de almacenamiento	16
2.6.1	Concepto	16
2.6.2	Sistema de almacenamiento convencional	17
2.6.3	Sistema de almacenamiento compacto.....	17
2.6.4	Sistema de almacenamiento dinámico.....	18
2.6.5	Sistema de almacenamiento móvil.....	19
2.7	Picking	19
2.7.1	Concepto	19
2.7.2	Técnicas del <i>picking</i>	20
2.8	Indicadores logísticos.....	21
2.8.1	Concepto de indicador.....	21
2.9	Simulación	23
2.9.1	Concepto	23
2.9.2	Etapas de un estudio de simulación.....	23
2.9.3	Principios Básicos de la simulación.....	24
2.10	Metodología de diseño.....	26
3	Desarrollo	28
3.1	Descripción de la situación actual	28
3.1.1	Descripción del proceso del despacho.....	29
3.1.1.1	Proceso de almacenaje	29
3.1.1.2	Proceso de armado de pedidos de distribución de larga distancia	30
3.1.1.3	Proceso de armado de pedidos de distribución de corta distancia	31
3.1.1.4	Proceso de expedición de pedidos de corta y larga distancia	33
3.1.1.5	Proceso de ruteo de camiones	34
3.1.2	Restricciones de infraestructura	34
3.1.3	Análisis de la demanda.....	34
3.1.4	Descripción del equipamiento para el movimiento de materiales	35
3.1.4.1	Consideraciones.....	35
3.2	Evaluación del estado actual.....	35
3.2.1	Almacenamiento de productos terminados	36
3.2.1.1	Área de almacenaje.....	36

3.2.1.2	Proceso de almacenaje	41
3.2.1.3	Almacenamiento de productos retornables.....	41
3.2.2	Preparación de pedidos.....	41
3.2.2.1	Larga distancia	41
3.2.2.2	Corta distancia.....	42
3.2.2.2.1	Picking manual	42
3.2.2.2.2	Productividad del proceso de armado de pedidos	44
3.2.3	Expedición de pedidos.....	44
3.2.3.1	Ruteo camiones.....	45
3.2.4	Análisis de flujo de los productos	47
3.2.4.1	Proceso de despacho de corta distancia	47
3.2.4.2	<i>Pallets</i> completos a camiones de larga distancia	50
3.2.4.3	Producción a área de almacenaje	50
3.2.4.4	Productos de solo distribución a área de almacenaje.....	50
3.2.4.5	Envases RET vacíos a planta	50
3.2.4.6	Resumen	51
3.3	Diseño, evaluación y selección del lay out de los centros de trabajo pertenecientes al depósito	52
3.3.1	Consideraciones previas	52
3.3.2	Preparación de pedidos-corta distancia	53
3.3.2.1	Layer picker	54
3.3.2.1.1	Selección de productos	57
3.3.2.1.2	Modelo de simulación <i>Layer picker</i>	60
3.3.2.2	Picking manual	68
3.3.2.2.1	Proceso.....	68
3.3.2.2.2	Distribución física.....	70
3.3.2.2.3	Especificaciones Racks estáticos.....	71
3.3.2.2.4	Cálculo de frentes.....	72
3.3.2.2.5	Celdas de pickeo	73
3.3.2.2.6	Disposición final de SKUs.....	74
3.3.2.3	Nuevos indicadores del proceso.....	78
3.3.3	Dimensionamiento de <i>Staging out</i>	79
3.3.3.1	Datos de entrada	79
3.3.3.2	Modelo de simulación	80
3.3.4	Almacenamiento de productos terminados	84
3.3.5	Expedición de pedidos.....	88
3.3.5.1	Ruteo camiones.....	89
3.3.5.1.1	Software de ruteo dinámico	90
3.4	Evaluación y selección de alternativas de diseño del depósito en general	91
3.4.1	Designación de recursos	98
3.4.2	Estimación de costos.....	99
4	Conclusiones	100

5	Bibliografía	101
	ANEXOS	103
	Anexo N°01: Plano general del depósito y sus alrededores.....	104
	Anexo N°02: Listado de productos.....	105
	Anexo N°03: Producción de líneas	110
	Anexo N°04: Cálculo de indicadores.....	114
	Anexo N°05: Órdenes de carga	115
	Anexo N°06: Calculo de frentes - picking manual	116
	Anexo N°07: Modelo simulación layer picker	120
	Anexo N°08: Disposición de los productos de picking manual.	121
	Anexo N°09: Espacio asignado a pasillos	122
	Anexo N°10: Diagrama de circulación de los escenarios planteados para la distribución final	123
	Anexo N°11: Lay out final	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Indicadores logísticos.....	22
Tabla N°02: Pasos del enfoque de diseño para Seis Sigma	27
Tabla N°03: Aplicación de la metodología de diseño para Seis Sigma	28
Tabla N°04: Tareas ejecutadas según el turno de trabajo	28
Tabla N°05: Distribución de la demanda.....	35
Tabla N°06: Posiciones de stock requeridas.....	39
Tabla N°07: Distancia de rutas de acceso	40
Tabla N°08 Análisis capacidad de despacho	45
Tabla N°09: Tabla de proceso, despacho de pedidos de corta distancia	47
Tabla N°10: Evaluación de la velocidad del proceso.....	49
Tabla N°11: Estimación de costos	53
Tabla N°12: Tabla de proceso centro Layer Picker	55
Tabla N°13: Análisis de equipos layer picker	55
Tabla N°14: Análisis de productos procesados en pallets completos, en capas y packs sueltos por camión para una jornada laboral promedio viernes mes de diciembre	58
Tabla N°15: Análisis del grupo de productos a procesar por el centro Layer picker	60
Tabla N°16: Resultados generales de análisis de carga en jornada	60
Tabla N°17: Prorrateso tiempos de simulación y distribución de probabilidad de cada producto.....	62
Tabla N°18: Escenarios del modelo de simulación retornables.....	65
Tabla N°19: Escenarios del modelo de simulación no retornables.....	65
Tabla N°20: Escenarios con staging de acercamiento	66
Tabla N°21: Pallets completos desde área de almacenaje a layer picker.	67
Tabla N°22: Ejemplo cálculo de frentes racks estáticos.....	73
Tabla N°23: Agrupación de SKU.....	75
Tabla N°24: Comparación de indicadores.....	79
Tabla N°25: Escenarios staging out.....	82
Tabla N°26: Escenarios staging out con staging de acercamiento de pallets completos	83
Tabla N°27: Grupo de productos en área almacenaje	85
Tabla N°28: Productos grupo A no retornables.....	87
Tabla N°29 Cálculo de espacio requerido para dársenas	89
Tabla N°30: Código de cercanía	92

Tabla N°31: Código de razón.....	92
Tabla N°32: Evaluación de escenarios planteados	96
Tabla N°33: Indicadores logísticos.....	98
Tabla N°34: Comparación recursos del nuevo diseño	99
Tabla N°35: Estimación de costos	99
Tabla N°02.1: Listado de productos.....	105
Tabla N°03.1: Línea de producción N°5.....	110
Tabla N°03.2: Línea de producción N°4.....	110
Tabla N°03.3: Línea de producción N°3.....	111
Tabla N°03.4: Línea de producción N°2.....	111
Tabla N°03.5: Línea de producción N°1.....	111
Tabla N°03.6: Adaptabilidad de las líneas.....	112
Tabla N°03.7: Resultado de la producción mensual.....	113
Tabla N°03.8: Promedio mensual de stock.....	113
Tabla N°06.1: Frentes de <i>picking</i> por productos.	116
Tabla N°09.1: Parametros de comparación	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Detalle de áreas y medidas reales del depósito actual, áreas internas y exteriores	1
Figura N°02: Participación en el mercado de bebidas sin alcohol	2
Figura N°03: Logística y su relación con áreas Producción y Comercialización	9
Figura N°04: Estanterías o Racks estáticos	18
Figura N°05: Racks dinámicos.....	19
Figura N°06: Picking manual.....	20
Figura N°07: Clasificación del Picking	20
Figura N°08: Diagrama de circulación turno noche	29
Figura N°09: Diagrama de circulación turno mañana-tarde.....	30
Figura N°10: Esquema de pallets completos.	31
Figura N°11: Esquema de pallet armado por capas.....	31
Figura N°12: Esquema de pallets armados por packs	31
Figura N°13: Picking por packs sueltos.....	33
Figura N°14: Camiones de reparto.....	33
Figura N°15: Autoelevador simple uña.....	35
Figura N°16: Zorras para transportes de pallets.....	35
Figura N°17: Otras zonas de almacenaje.....	40
Figura N°18: Armado de picking por packs sueltos.....	43

Figura N°19: Gráfico de productividad	44
Figura N°20: Gráfica de flujo del proceso de despacho de corta distancia.....	48
Figura N°21: Recorrido turno noche	51
Figura N°22: Recorrido turno mañana	51
Figura N°23: Equipos Layer Picker	56
Figura N°24: Centro de trabajo Layer picker.....	57
Figura N°25: Posibles ubicaciones del área de almacenaje y staging out.....	63
Figura N°26: Diagrama de decisión para la creación de escenarios	64
Figura N°27: Lay out layer picker.....	68
Figura N°28: Ejemplo pallet ticket.....	70
Figura N°29: Ejemplo disposición pallets en racks estáticos.....	73
Figura N°30: Ejemplo celdas de pickeo	74
Figura N°31: Ejemplo de asignación de frentes- vista perfil	76
Figura N°32: Lay out zona de picking- plano.....	77
Figura N°33: Diagrama de decisión para la creación de escenarios de staging out	82
Figura N°34: Posibilidades de staging out.....	84
Figura N°35: Dimensionamiento staging de acercamiento.....	84
Figura N°36: Distribución de estanterías dinámicas requeridas	88
Figura N° 37: Diagrama de relación de actividades	92
Figura N°38: Componentes del dimensionamiento final.....	93
Figura N°39: Escenario 1.....	94
Figura N°40: Escenario 2.....	94
Figura N°41: Escenario 3.....	95
Figura N°42: Escenario 4.....	95
Figura N°43: Trayectoria del proceso de corta distancia actual	97
Figura N°44: Trayectoria del proceso de corta distancia del modelo resultante	97
Figura N°05.1: Ejemplo orden de carga.	115
Figura N°07.1: Elementos gráficos de la simulación.	120
Figura N°07.2: Reporte de salida de la simulación.	120
Figura N°08.1: Lay out centro picking manual.....	121
Figura N°10.1: Diagrama de flujo turno noche del escenario 1... ..	123
Figura N°10.2: Diagrama de flujo turno mañana del escenario 1... ..	123
Figura N°10.3: Diagrama de flujo turno tarde del escenario 1.....	124
Figura N°10.4: Diagrama de flujo turno noche del escenario 2... ..	124
Figura N°10.5: Diagrama de flujo turno mañana del escenario 2... ..	125
Figura N°10.6: Diagrama de flujo turno tarde del escenario 2... ..	125

Figura N°10.7: Diagrama de flujo turno noche del escenario 3... ..	126
Figura N°10.8: Diagrama de flujo turno mañana del escenario 3... ..	126
Figura N°10.9: Diagrama de flujo turno tarde del escenario 3... ..	127
Figura N°10.10: Diagrama de flujo turno noche del escenario 4... ..	127
Figura N°10.11: Diagrama de flujo turno mañana del escenario 4... ..	128
Figura N°10.12: Diagrama de flujo turno tarde del escenario 4... ..	128

RESUMEN

El presente trabajo consiste en la mejora de la distribución interna de un depósito de despacho de bebidas, tomándose como referencia un depósito existente localizado en el norte del país. La principal problemática de este depósito se manifiesta con el incumplimiento del nivel de servicio del despacho que se ofrece al cliente, traducido en entregas de los pedidos fuera de horario. Al analizar las causas que generan este incumplimiento, se detecta una incorrecta distribución de los centros de trabajo del proceso de despacho de productos, provocando falta de espacio, formas de trabajo inadecuadas y la necesidad de aplicaciones tecnológicas en el proceso de armado y expedición de pedidos. Por lo tanto, el objetivo que se plantea es la mejora de la distribución interna del depósito. Para su cumplimiento, se analizan los procesos asociados a cada centro de trabajo que posteriormente se dimensionan y diseñan, planteando las mejoras pertinentes en cada caso. Se evalúan los procesos de armado de pedidos, se analiza la implementación de herramientas tecnológicas y se reasignan las áreas de trabajo, generándose de esta forma un conjunto de alternativas de diseño evaluadas mediante análisis de flujos, simulaciones y matrices de ponderación, adecuándose a los criterios que tiene la empresa para realizar sus operaciones y a las limitaciones edilicias existentes, para poder así seleccionar la mejor alternativa de diseño.

Palabras claves

Mejora, distribución, herramientas tecnológicas, nivel de servicio, expedición.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción general

La planta a la que se hace referencia para la realización de este proyecto se ubica en la zona norte de la República Argentina y se dedica al embotellado de bebidas gaseosas, aguas con y sin sabor para su posterior distribución, sumándose el despacho de productos de solo distribución, jugos y cervezas.

La distribución que realiza tiene dos alcances: regional (largo) y local (corto) determinado por la zona geográfica que debe abastecer. La planta se encarga de la distribución de la zona a la que pertenece distribuyendo en comercios, supermercados y mayoristas de la zona (clientes externos, despacho de corta distancia), y también abastece a centros de distribución propios ubicados en distintos puntos de la región norte (cliente interno, despacho de larga distancia).

El predio se encuentra dividido en dos zonas, un sector de producción en donde se realiza todo el proceso de embotellado y un sector de depósito general, en el que se encuentra el área de almacenaje y se realizan las tareas de despacho de productos terminados. Ver Anexo N°01: Plano general del depósito y sus alrededores.

El depósito de productos terminados se encuentra construido y operando. En la Figura N°01 se distinguen las áreas internas y externas pertenecientes a la logística de despacho con sus respectivas dimensiones (Ampliado en el Anexo N°01).

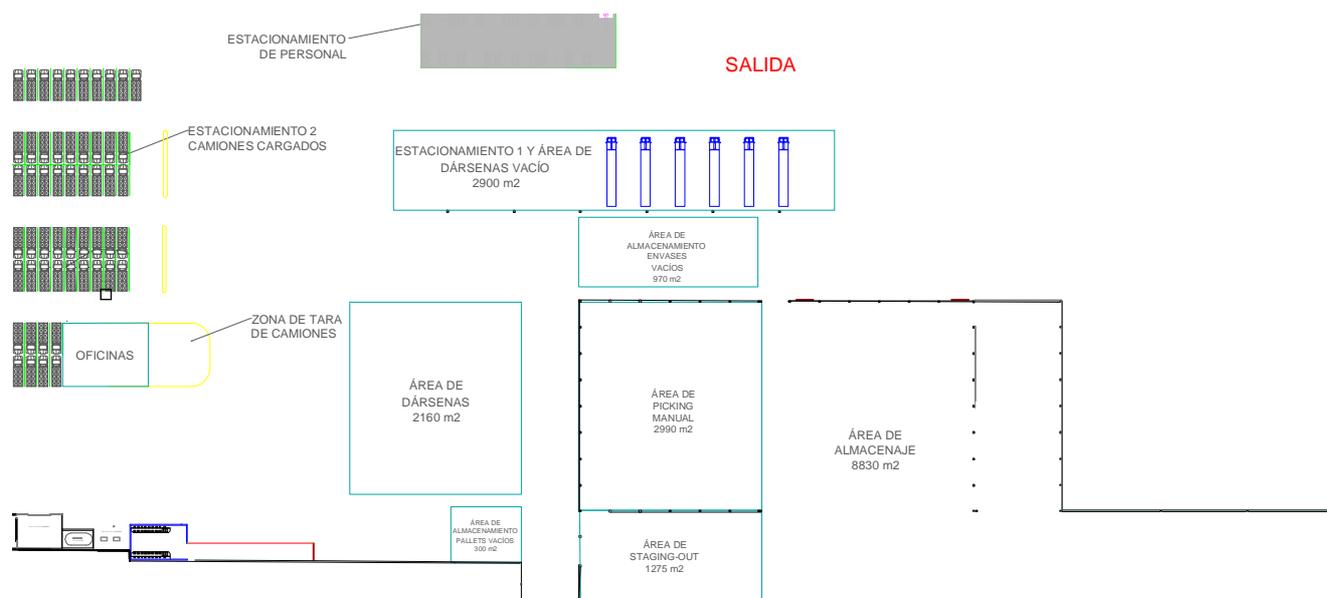


Figura N°01: Detalle de áreas y medidas reales del depósito actual, áreas internas y exteriores. Fuente: Elaboración propia en base a planos de depósito tomado como referencia, provistos por Consultora Neologistix, (2014-a).

A la fecha de realización de este trabajo la empresa distribuye 163 tipos de productos, que serán denominados unidades de almacenaje a través de su sigla en lengua inglesa, como se acostumbra en el rubro, *SKUs (Stock Keeping Units)*. Cada *SKU* se identifica con una nomenclatura específica conformada por su nombre, volumen, tipo de envase y cantidad de unidades por pack, tal como se muestra en el Anexo N°02.

A su vez, los productos se clasifican en:

- Grupo A B C (dependiendo de la demanda),
- Tipo (Tamaño),
- Compatibilidad (sabor) y
- Estibado (material).

1.2 Contexto productivo

1.2.1 Mercado externo

En el sector de bebidas con y sin alcohol se destaca el crecimiento de tres sectores: gaseosas, cervezas y aguas saborizadas.

Los países con mayor crecimiento en Latinoamérica son Brasil, México, Argentina y Chile.

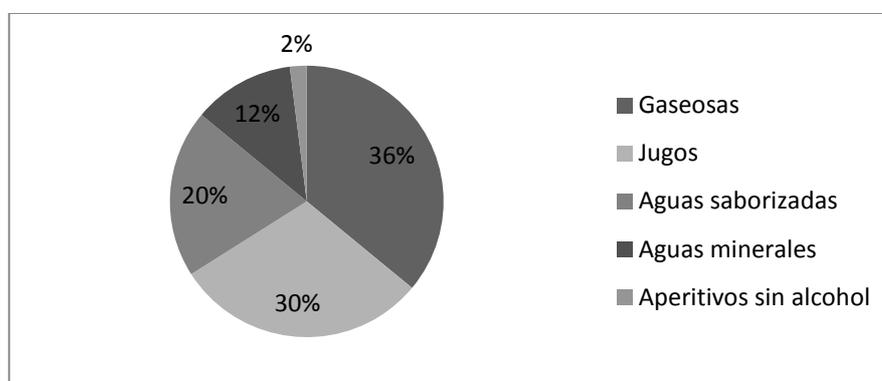


Figura N°02: Participación en el mercado de bebidas sin alcohol. Fuente: Target Group Index, (2012).

En la Figura N°02 se puede observar que el mercado de bebidas sin alcohol en Latinoamérica es ampliamente liderado por las gaseosas comunes. En segundo lugar, se encuentran los jugos listos para beber o concentrados. En tercer lugar están las aguas saborizadas, luego las aguas minerales y por último los aperitivos sin alcohol.

Argentina es el país en el que más productos de bebidas sin alcohol se comercializan, con un consumo de 131 litros anuales por persona, por encima de Chile (con 121 litros anuales por persona) y México (119 litros anuales por persona), los otros dos países que ocupan el podio. Estos tres países superan en consumo a los Estados Unidos,

con 112 litros al año por persona, donde el apego de los consumidores por productos de este tipo es importante. (Claves información competitiva SA, 2012).

1.2.2 Mercado interno

El mercado nacional de bebidas sin alcohol está conformado por casi 2500 empresas que presentaron un crecimiento del 47% en su volumen de ventas desde el año 2000 hasta el año 2010, de las cuales existen cinco que controlan cerca del 60% de las ventas.

El sector está formado en su mayoría por empresas de capital extranjero, que trabajan bajo la dirección de sus casas matrices, mientras que las firmas de origen nacional lo hacen bajo el sistema de franquicias. Al año 2014, son unas 100 las plantas que elaboran, envasan y comercializan bebidas gaseosas y saborizadas. El 40% se hallan en el Conurbano Bonaerense, la región Centro ostenta el 25%, la Norte 25% y la Sur el 10% restante.

Unas veinte embotelladoras pertenecen a los denominados sistemas de franquicias, casos: Reginald Lee, Femsa, Coca-cola andina y ARCA continental (Coca-Cola); Pepsico y BAESA (Pepsi-Cola y 7up) y Danone (Villa del Sur y Aguas Ser). Las ochenta restantes son embotelladoras independientes con marcas propias, siendo las más conocidas: Productora Alimentaria S.A. (Pritty, Naranpol), Prodea (Cunnington), Embotelladora Matriz S.A. (Ivess) y otras de antigua trayectoria como Industrial Soderia S.R.L. y Bartolome Sartor S.R.L (Pent).

En Argentina como en otros países de la región, se ha observado en los últimos años la concentración de la actividad en empresas embotelladoras de alta tecnología y gran capacidad de producción, factores de gran peso para reducir costos y mejorar su posición para competir. (Claves información competitiva SA, 2012).

1.3 Descripción del problema

La planta posee inconvenientes para dar cumplimiento con el nivel de servicio deseado en el despacho de productos de corta distancia. Este, consiste en entregar los pedidos al cliente en tiempo y forma, es decir que además de cumplir con el tiempo pactado, se entregue el producto sin roturas, daño o con documentación errónea.

Dicho esto, la empresa tomada como referencia debe haber terminado sus actividades de reparto antes del mediodía, por lo tanto define como nivel de servicio tener todos los camiones armados y controlados a las 06:00 horas para un correcto ejercicio de actividades de reparto.

Se observa que el incumplimiento en el nivel de servicio se debe a:

- mermas y errores en la preparación de pallets,

- equivocaciones en el armado de cargas de camiones,
- tiempos ociosos en la preparación de pedidos,
- ausentismo frecuente por accidentes y problemas de salud del personal,
- camiones que salen a reparto con solo el 80% de su volumen cargado,

Cada uno de estos indicadores refleja los problemas que inciden en la productividad y en las condiciones de trabajo de los operarios.

En el desarrollo del trabajo se trata cada uno de ellos y se proponen mejoras para lograr cumplir con el nivel de servicio de despacho que desea ofrecer la empresa.

1.4 Justificación del proyecto

Se busca alcanzar el nivel de servicio establecido sin descuidar la productividad y la salud de los trabajadores. Una de las formas más racionales y al alcance de la empresa tomada como referencia para lograr esto, reside en la mejora la distribución interna de las áreas de almacenamiento.

La bondad de una distribución interna depende en gran medida en las facilidades que aporta en el manejo de los distintos productos con los que se trabaja.

Para lograr una distribución adecuada se cuenta con información de los procesos a realizar, la maquinaria y equipos necesarios, su utilización y requerimientos. La importancia de los procesos llevados a cabo en el almacenamiento y despacho de productos radica en que éstos determinan directamente el espacio físico requerido y los equipos a utilizar.

Se hace foco en uno de los procesos dentro de la logística de despacho que tiene mayor relevancia, el armado de pedidos. Este proceso afecta en gran medida a la productividad de toda la cadena logística, ya que en general es designada como la actividad más costosa y con mayor mano de obra. Este proceso no solo es importante por el costo directo que tiene asociado, sino también porque una mala preparación se traduce en errores que van directo al cliente causando insatisfacciones, reenvíos, gestión de devoluciones y retrasos.

Por lo tanto, la mejora a alcanzar en el cumplimiento del nivel de servicio, a través de un cambio en su distribución interna (*lay out* interno), se obtendrá si existe un correcto funcionamiento de todos y cada uno de los centros de trabajo y una sinergia en la cadena de suministro.

1.5 Explicación de objetivos generales y específicos

Mejorar la distribución interna de las áreas de almacenamiento y despacho de productos finales industrializados resultantes de una embotelladora de bebidas.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizará un análisis de la situación actual de la logística de despacho de productos terminados de la empresa tomada como referencia y su relación con las distintas áreas funcionales. Luego a través de estudio de procesos, búsqueda y análisis de nuevas tecnologías factibles de aplicación y nuevas metodologías de trabajo y de herramientas de simulación, se busca lograr una mejora en el funcionamiento del área de distribución y poder ofrecer el nivel de servicio que desea la empresa.

Es importante aclarar que al buscar mejorar el *lay out* interno que asegure la forma más eficiente de manejar los productos que se dispongan dentro del mismo, hay que tener en cuenta los procesos asociados a cada área de trabajo, evaluarlos y si es necesario proponer mejoras en los mismos.

Por lo tanto, un correcto diseño del depósito no va a garantizar una mejora del mismo si no existe un proceso que acompañe de forma adecuada a dicho diseño y viceversa.

Para alcanzar esto, es menester el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

Evaluación del estado actual de la logística de despacho y su interrelación con las demás áreas funcionales.

A partir de esta evaluación, mediante un análisis de flujo, tablas de proceso y cálculo de indicadores que permitan en esta etapa de diseño cuantificar ciertos parámetros a perfeccionar, se compara con estándares de calidad de la empresa tomada como referencia y valores promedio de la industria y se pone en evidencia los puntos de mejora del sistema logístico.

Alternativas de diseño del sistema de almacenamiento y despacho por simulación.

Para cada centro de trabajo que conforma el área de almacenamiento y despacho de bebidas, se lo dimensiona y diseña utilizando herramientas de simulación, a través de la creación de escenarios y en función de nuevas tecnologías a implementar (sistemas de almacenamiento y software de gestión de procesos).

A partir del diseño de cada centro de trabajo se definen distintas configuraciones del sistema logístico en la búsqueda del mejor diseño, los **focos del análisis** serán: la determinación del área de almacenaje (limitada por el espacio físico y la capacidad productiva de la planta), el área de preparación de pedidos y su proceso asociado, la cantidad de recursos necesarios para la operación y por último, la interrelación de las áreas funcionales.

Evaluación de escenarios planteados a través de indicadores logísticos

Los indicadores logísticos reflejan el grado de cumplimiento del nivel de servicio que se propone la empresa en el área de logística, en esta etapa de diseño sólo se pueden utilizar algunos, cuantitativos y otros cualitativos. Entre ellos se encuentra la cantidad de horas extra que debe realizar el personal, la productividad del proceso de picking, cumplimiento de necesidad de almacenaje, seguridad en la realización de tareas, automatización de procesos, el porcentaje de carga de camiones, entre otros.

Éstos son utilizados en el presente trabajo para poder medir el estado actual del área, la mejora del proceso con las reformas planteadas y observar en qué medida contribuye al logro del nivel de servicio establecido.

Estimación de costos de diseño

Una vez determinada la estructura y los recursos necesarios para la aplicación de las mejoras, se estima el costo de la misma en función de presupuestos provistos por empresas proveedoras existentes en el país.

1.6 Descripción del ordenamiento del informe

Los objetivos específicos explicados cuya finalidad es cumplir con el objetivo general del presente trabajo, fueron planteados de forma ordenada para una efectiva mejora del área en cuestión.

Se comienza evaluando el estado presente de la logística de despacho, se identifican puntos de mejora a través de indicadores, luego se generan distintas alternativas de diseño por simulación o implementación de nuevas tecnologías en los distintos centros de trabajo que conforman el depósito, se selecciona el mejor escenario de cada uno de los centros creados y se evalúa la interrelación entre los centros a través de análisis de cercanía y matrices de ponderación. Por último, se estima el costo de la mejora.

Cabe aclarar que la determinación de algunas alternativas de diseño se realiza a nivel micro, es decir, dentro del área que se considere necesaria y luego a nivel macro, se analiza la distribución de forma global y la interrelación con todos los sectores que conforman el depósito.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Cadena de suministro

2.1.1 Definición

La cadena de suministro abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima hasta el usuario final así como los flujos de información relacionados.

Es un proceso de funcionamiento cuyo fin es asegurar una gestión y una sincronización del conjunto de los procesos que permite a una empresa responder a las necesidades de los clientes. (Ballou, 2004)

2.1.2 Diferencia entre logística y cadena de suministro

La logística tradicional se relaciona solamente con el movimiento físico de materiales y son las áreas funcionales como comercialización o producción quienes definen su ámbito de actuación.

La gestión de la Cadena de Suministro, es una redefinición del radio de acción o cobertura de la Logística.

Las principales diferencias radican en que las demás áreas funcionales de la logística son definidas como parte de la cadena de suministro. Es difícil separar la dirección de la logística de la dirección de la cadena de suministros ya que, en muchos aspectos, tienen el mismo objetivo, llevar los bienes y/o servicios al lugar adecuado, en el momento adecuado y en las condiciones deseadas por el cliente de forma eficiente.

2.1.3 Planeación de la logística y de la cadena de suministros

La planeación logística trata de responder las preguntas qué, cuándo y cómo, y tiene lugar en nivel estratégico, táctico y operativo. La principal diferencia entre los tres niveles es el horizonte de tiempo para la planeación y requiere de una perspectiva diferente.

Estrategia o diseño de la cadena de suministro: En esta etapa se diseña la estructura de la cadena de suministro teniendo en cuenta la configuración, la forma de distribuir los recursos y los procesos por etapas. Incluyen decisiones como la ubicación y las capacidades de producción e instalaciones de almacenaje, los productos que se fabrican o se almacenan en varias ubicaciones, los medios de transporte disponibles a lo largo de diferentes rutas de envío y el tipo de sistema de información.

Planeación de la cadena de suministro: implica tomar decisiones sobre qué mercados se van abastecer, las ubicaciones de los almacenes, políticas de inventario. En

general en esta fase la compañía establece un conjunto de políticas de operación y las decisiones se consideran en un corto plazo.

Operación de la cadena de suministro: En esta fase se toman las decisiones respecto a los pedidos del cliente, se hace la distribución del inventario, o la producción para un pedido, se pactan fechas de entregas, se hacen listas de reabastecimiento del pedido, se asignan los pedidos a un determinado transporte, entre otros. Estas decisiones son semanales o diarias. (López Viñegla y Viceconte, 2006)

2.2 Logística

2.2.1 Definición

Como se menciona anteriormente, la logística es una parte del proceso de la cadena de suministro que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento de bienes y servicios. Incluye todas las actividades que tienen un impacto en hacer que los bienes y servicios estén disponibles para los clientes cuándo y dónde deseen adquirirlos.

A partir de este concepto, la logística se entiende, dado un nivel de servicio al cliente predeterminado, como todas las actividades relacionadas con el traslado y almacenamiento de productos que tienen lugar entre los puntos de adquisición y los puntos de consumo, que crean una utilidad en forma, tiempo y lugar para el consumidor. (Ballou, 2004)

2.2.2 Importancia del área de logística

La logística gira en torno a crear valor, éste se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Los productos y servicios no tienen valor a menos que estén en posesión de los clientes cuándo (tiempo) y dónde (lugar) ellos deseen consumirlos. Por lo tanto, el objetivo que se pretende conseguir es satisfacer las necesidades y los requerimientos de los consumidores de la manera eficaz y con el mínimo costo posible. (Ballou, 2004).

2.2.3 Relación entre logística y otras áreas de la empresa

La relación entre logística y las áreas producción y comercialización se esquematiza en la Figura N°03.



Figura N°03: Logística y su relación con áreas Producción y Comercialización. Fuente: Elaboración propia en base a Vallejo y Morales, (2010).

2.2.4 Costos logísticos

Los costos logísticos son los que incurre la empresa para garantizar un determinado nivel de servicio a sus clientes, entre ellos se encuentran:

- Costos de transportes de productos terminados, inventarios de productos terminados, de procesamiento de pedidos y de administración.
- Costos de transporte e inventario de materias primas e insumos y costos de almacenamiento.

Cuando se reconoce que la logística y la cadena de suministro afectan a una parte importante de los costos de una empresa y que el resultado de las decisiones que se toman en relación con los procesos de la cadena de suministro mejora el nivel de servicio al cliente, generándose una cadena de suministro integrada, tanto con sus proveedores como con sus clientes, se está en posición de usar esta ventaja para penetrar nuevos mercados y para incrementar su participación de mercado. (Krajewski et Al., 2008)

2.2.5 Actividades clave de logística

Existen actividades que son esenciales para la coordinación efectiva y para completar la tarea logística, tales como (Reyes Lopez, 2010):

- Nivel de servicio
- Pronóstico de la demanda
- Control de inventarios
- Manejo de materiales
- Preparación de pedidos
- Almacenamiento
- Transporte

2.2.5.1 Gestión de inventarios

La gestión de inventarios determina las políticas de almacenamiento de materias primas y bienes terminados, mezcla de producto en los centros de aprovisionamiento, número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento.

2.2.5.1.1 Definición de Stock

Stock, de acuerdo al diccionario de la Real Academia Española, es “cantidad de mercancías que se tienen en depósito”. En el presente trabajo, Stock se considera una provisión de materiales para facilitar la continuidad del proceso productivo y el cumplimiento de los pedidos de consumidores y clientes. Esta provisión resulta importante cuando un producto tiene una demanda fuertemente estacional o cuando la demanda debe cumplirse en un periodo de tiempo relativamente corto.

2.2.5.1.2 Funciones de los stocks

Los stocks actúan como regulador entre los ritmos de salida de los procesos y los ritmos de entrada de los siguientes y reducen el riesgo de desabastecimiento, ya que generalmente no se conoce con certeza qué demanda de productos terminados habrá en el próximo periodo. Para evitar que un repentino aumento de la demanda produzca un desabastecimiento, se mantiene un inventario o stock de seguridad de productos terminados. (Lloyd, 1981).

2.2.5.1.3 Clasificación

Según Lloyd (1981), el stock se clasifica en:

Stock cíclico: Se lanza una orden de pedido de un tamaño superior a las necesidades del momento, dando así lugar a un inventario que se consume a lo largo del tiempo. Este inventario se presenta periódicamente, dando lugar a una pauta de comportamiento cíclica. Se utiliza este tipo de stock cuando: resulta más económico lanzar una orden de producción de volumen superior a la demanda actual; se utiliza una misma línea de producción para fabricar productos distintos; o existe un volumen mínimo que puede producir una línea determinada.

Stock de seguridad: Constituidos como protección frente a la incertidumbre de la demanda y del plazo de entrega del pedido.

Stock estacional: hacen frente a un aumento esperado de las ventas.

Stock en tránsito: artículos que están circulando entre las diferentes fases de producción y de distribución.

2.2.5.1.4 Método ABC- Concepto

El análisis ABC tiene como objetivo aumentar la eficiencia de las políticas adoptadas porque permite concentrar recursos en las áreas donde se produce un mayor efecto deseado. Está basado en la regla de Pareto, según la cual cuando se analizan grandes cantidades de datos la distribución de la mayor parte de los parámetros está distribuida de manera irregular. Se basa en clasificar los artículos del inventario según su importancia relativa (consumo o existencia). (García Sabater et Al., 2004)

El proceso para realizar un análisis ABC en la gestión de stocks es el siguiente:

- Seleccionar un criterio basado en niveles de importancia
- Clasificar los productos del inventario de acuerdo a este criterio
- Calcular las ventas o uso acumulados para todos los productos
- Clasificar los productos en A, B, C, según su importancia y los factores cualitativos
- Asignar niveles de inventario y lugares en el almacén para cada producto

El 70-80% del capital inmovilizado de la empresa se debe a entre un 10 y el 20% del total de artículos del inventario. Estos artículos se dicen pertenecientes a la zona A y son los más importantes a los efectos del control. Los denominaremos artículos A.

Los artículos de la zona C son artículos que implican un 5% del capital inmovilizado de la empresa y generalmente representan el 70% de los artículos de inventario. Son de importancia reducida. Los denominaremos artículos C.

Los artículos B son artículos de una clase intermedia, que implican entre un 15 y un 25% del capital inmovilizado y representan entre un 10 y un 20% de los artículos del inventario.

2.2.5.2 Nivel de servicio

Es entendido como la medida de actuación del sistema logístico para proporcionar en tiempo y lugar un producto o servicio. Está directamente relacionado con la efectividad de la gestión logística de todos los integrantes del canal: flujos de información, de materiales y de productos. El nivel de servicio lo fija la empresa y debe ser tal que asegure y proporcione, eficientemente, la disponibilidad de inventario, la velocidad de entrega y la rapidez y precisión para cumplir con los pedidos. (Ballou, 2004).

El nivel de servicio de una operación de distribución va de la mano del gasto y eficiencia aplicada a dicha operación, por lo tanto la empresa debe hallar el punto de equilibrio entre los costos de operación y el nivel de servicio adecuado (aquel que el cliente acepta satisfecho). Los indicadores involucrados en el nivel de servicio son: delivery time,

lead time, nivel de rechazo, nivel de servicio de entrega, disponibilidad del producto, reclamos, entre otros. (Villar Guarino y Falco, 2012)

2.2.5.3 Transporte

Implica la selección del modo y servicio de transporte, rutas del transportador, programación de los vehículos, entre otros.

2.3 Flujo de materiales

2.3.1 Concepto

El flujo de una parte (materia prima, materiales, productos) es la trayectoria que ésta sigue mientras se mueve a través de la planta. El análisis de flujo auxiliará al diseñador sobre la selección del arreglo más eficaz de las instalaciones y de esta forma, se podrá determinar la distribución en planta. (Meyers, 2006)

El análisis de flujo no sólo considera la trayectoria de cada producto, sino que trata de minimizar:

- La distancia que viaja.
- Los retrocesos.
- El tráfico cruzado.
- El costo.

El flujo de partes y, por lo tanto, las distribuciones de la planta difieren en gran medida con los dos tipos básicos de orientación a la distribución de las instalaciones: la orientada al proceso y la orientada al producto. Como la actividad que se realiza en el almacén no es sobre la modificación del producto, la orientación debe ser al proceso.

Dependiendo de las características de los productos, los flujos de entrada y salida del almacén pueden variar en las siguientes modalidades:

- *Last In – FirstOut* (LIFO): la última mercancía que entra al almacén es la primera en salir para expedición.
- *Firts In – FirstOut* (FIFO): la primera mercancía que entra al almacén es la primera que sale en expedición. Esta modalidad es utilizada para evitar la obsolescencia (o vencimiento) de los productos.
- *Firts Expires – Firts Out* (FEFO): la primera mercancía en caducar, es la primera en salir para la expedición.

2.3.2 Técnicas para el análisis de flujos

Para las distribuciones orientadas al proceso, según Meyers F. y Stephens M. (2006) una de las técnicas que se destaca para el análisis de flujo es la Tabla de Proceso.

Esta clasifica las actividades en operaciones, transporte, inspecciones, demoras y almacenamiento, determinando el tiempo y recurso que se utiliza en cada una de ellas.

Analizando las relaciones y trayectos de los materiales en movimiento y su paso por cada estación del recorrido, se puede determinar con cada una de estas técnicas la eficiencia de las distintas configuraciones de distribución posibles, ya sea de un proceso productivo o, como en este caso, de un depósito de productos terminados. A su vez, se destacan otras tres técnicas asociadas, (Meyers, 2006):

- Diagrama de flujo: muestran la trayectoria que recorre cada parte, desde la recepción, los almacenes, la fabricación de cada parte, el sub-ensamble, el ensamble final, el empaque, el almacenamiento y el envío. Estas trayectorias se dibujan en una distribución de la planta. El diagrama de flujo pondrá en manifiesto factores como tráfico cruzado, retrocesos y distancia recorrida.
- Gráfica de flujo del proceso: combina la grafica de las operaciones con la grafica del proceso (flujo). La gráfica de operaciones usa un solo símbolo, el círculo, o símbolo de operación. La grafica de flujo del proceso es tan sólo cinco veces más, porque usa los cinco símbolos de la grafica del proceso.

2.3.3 Análisis de la relación de actividades

Según Meyers F. y Stephens M. existen técnicas que posibilitan determinar la ubicación apropiada de cada una de las áreas que componen una planta, entre la que se destaca el diagrama de la relación de actividades.

El diagrama de la relación actividades muestra las relaciones de cada departamento, oficina o área de servicio, con cualquier otra área y departamento. Responde a la pregunta: ¿Qué tan importante es para este departamento, oficina o instalación de servicio, estar cerca de otro departamento, oficina o instalación de servicio? Para esto se utilizan códigos de cercanía para reflejar la importancia de cada relación. A su vez, se utilizan los códigos de razón, que implican el por qué de la necesidad de cercanía.

2.4 Almacén

2.4.1 Definición

Según Escrivá Monzo (2005), se denomina almacén al recinto, infraestructura o espacio físico donde se realizan las funciones de recepción, manipulación, conservación, protección y posterior expedición de productos. Se pueden depositar tanto materias primas, como productos semi-elaborados o productos terminados.

El almacenaje es un centro que tiene gran importancia, ya que interviene en la red logística a través de la regulación en el flujo de mercancías y permite el desarrollo del

conjunto de actividades para guardar y conservar los artículos en condiciones óptimas hasta que sean requeridos por el cliente.

2.4.2 Funciones

Dependiendo de la clase y tipo de producto, las funciones que representan el proceso de almacenaje son las siguientes (Escriva Monzo, 2005):

Recepción de productos: consta de tres fases, antes de la llegada del producto, donde se deberá disponer de la documentación necesaria; llegada del producto, donde se traspasa la custodia y propiedad del producto y se comprueba si los artículos recibidos coinciden con los que consta en los documentos; después de la llegada del producto, se procede al control e inspección de la mercancía recibida respecto a la calidad de la misma, finalizando con la asignación de códigos internos y emplazándola en su ubicación definitiva.

Almacenaje y manutención: el almacenaje consiste en mantener con un tratamiento especializado a los productos y al largo plazo. Esta función no agrega valor al producto y requiere de ciertas maquinarias e instalaciones para llevar a cabo su tarea. La manutención es el manejo de mercancías que realizan los operarios del almacén, empleando los equipos e instalaciones para manipular y almacenar los productos de acuerdo a los objetivos estipulados.

Preparación de pedidos: se refiere a la generación de una unidad de carga correspondiente a la solicitada por el cliente. Una vez separada del conjunto la nueva unidad de producto, se acondiciona y se dispone en un *pallet*.

Expedición: consiste en el acondicionamiento de los productos de manera tal de que éstos lleguen en perfecto estado y condiciones de entrega y transporte pactadas con el cliente. La mercancía se precinta, se etiqueta con la información necesaria y se emite la documentación pertinente.

Organización y control de existencias: dependerá del número de productos a almacenar, de su rotación y del grado de automatización e informatización. Es importante tener en cuenta dónde ubicar la mercancía y cómo localizarla.

2.4.3 Zonas del almacén

El espacio físico del almacén se divide en distintas áreas, donde se desarrollan actividades específicas (Escriva Monzo, 2005). Las zonas más comunes son:

Zona de carga y descarga: es el recinto donde se realizan las tareas de carga y descarga de los productos en los vehículos. Dicho espacio exterior en el presente trabajo será denominado área de dársenas.

Zona de control de entrada: los productos son trasladados a un área donde se constata lo que ha llegado con los documentos correspondientes

Zona de envasado o reenvasado: presente en aquellos almacenes donde se requiere volver a envasar o repaletizar las cargas recibidas.

Zona de almacenaje: es el espacio físico donde se disponen los productos hasta el momento en que se extraen para su posterior expedición. La ubicación a piso con dimensiones de un *pallet* se denominará en adelante posición. Una posición admite un estibado específico para cada producto, es decir, que permite el apilado de una cantidad de *pallets* determinada según el tipo de producto.

Zona consolidación y de control de salida: localización dentro del depósito donde se ubican determinados productos y se verifica que correspondan con las referencias que se han preparado para cada camión y si la cantidad de producto coincide con la solicitada. Este espacio será denominado *Staging out*.

Zona administrativa: es el espacio destinado a las oficinas que se encuentran en el almacén.

Zona técnica: destinada a mantener los medios de transporte interno y las carretillas utilizadas.

Zona de servicios: destinada a cubrir ciertas necesidades del personal que trabaja en el almacén.

2.4.4 Clasificación

En primer lugar encontramos almacenes que cubren las necesidades del ciclo productivo, que almacenarían materias primas, semi-elaborados o insumos y en segundo lugar los que cubren las necesidades del ciclo de distribución, que almacenarían productos elaborados para el despacho. (Escriva Monzo, 2005)

Los almacenes de distribución a su vez se pueden dividir en:

- De Planta: se encuentran ubicados en las inmediaciones de la fábrica y son el primer eslabón de la cadena logística.
- De Campo: suelen ser regionales, provinciales o locales. Mantienen los stocks del sistema logístico.
- De Tránsito o Plataformas: atienden las necesidades de transporte y compensan los costos de almacenamiento con mayores volúmenes transportados.

2.5 Distribución interna

2.5.1 ¿Qué es la distribución interna?

La distribución o *lay out* es la disposición de los elementos dentro del almacén, el cual debe responder fundamentalmente a los requerimientos de un espacio debidamente dimensionado, para una ubicación y manipulación eficiente de materiales y mercadería, de manera tal que se consiga una máxima utilización del volumen disponible con costos operacionales mínimos. Se debe considerar: la estrategia de entrada y salida del almacén; el tipo de almacenamiento más efectivo, dada las características de los productos; el método de transporte interno dentro del almacén; la rotación de los productos; el nivel de inventario a mantener; el embalaje; y las pautas de trabajo para la preparación de pedidos, dispuestas por la administración del almacén. Se deben evitar zonas y puntos de congestión, facilitar las tareas de mantenimiento y poner los medios para obtener la mayor velocidad de movimiento, resultando menor el tiempo de trabajo. (Anaya Tejero, 2008)

Los factores de mayor influencia en la planificación de zonas interiores son los medios de manipulación y las características de los productos, por lo tanto se deben analizar las siguientes necesidades:

- Carga máxima de los medios de transporte interno, así como del equipo de transporte interno y el tiempo necesario para cada operación.
- Características de las unidades a almacenar, tales como la forma, el peso, propiedades físicas.
- Cantidad de suministro que se recibe y frecuencia del mismo (diario, semanal, quincenal, mensual).
- Unidades máximas y mínimas a almacenar de cada uno de los productos, en función de las necesidades y la capacidad de almacenamiento.

2.6 Sistemas de almacenamiento

2.6.1 Concepto

Según la empresa Mecalux (2014), líder a nivel mundial en sistemas de almacenamiento y Garavito (2012), un sistema de almacenamiento debe garantizar que la ubicación física de los productos se realice de manera que rápida y sin errores, por lo que se proporcionan y determinan las instalaciones, el equipo, el personal y las técnicas para recibir, almacenar y despachar materia prima, productos en proceso y productos terminados.

Según las características de los materiales o productos que van a ser almacenados, el espacio físico con que se cuente y la necesidad de fluidez del almacén, los sistemas de almacenamiento más utilizados son (Mecalux, 2014; Garavito 2012):

- Amontonado o apilado y almacenamiento en bloque.
- Sistema de almacenamiento convencional (racks selectivos o estáticos).
- Sistema de almacenamiento compacto (racks penetrables).
- Sistema de almacenamiento dinámico (racks dinámicos).
- Sistema de almacenamiento móvil.

Además de los mencionados, también existen sistemas automatizados de almacenamiento, los cuales están compuestas por máquinas, que se adaptan al tamaño de los *pallets* del producto, y que a través del recorrido de los pasillos mediante una codificación, identifican el *pallet* buscado y lo extrae para su uso.

2.6.2 Sistema de almacenamiento convencional

Consiste en almacenar productos dispuestos en *pallets* con artículos individuales en estanterías fijas dentro del almacén, llamadas racks selectivos o estáticos. Los niveles altos de las estanterías (*racks*) se destinan para el almacenamiento de paletas completas, mientras los más bajos para la preparación manual de los pedidos de expedición. Proporciona un acceso directo y unitario a cada paleta. (Mecalux, 2014)

Si se tiene en cuenta que el espacio disponible es un elemento valioso, lo racional sería elevar las estanterías lo máximo posible en altura, para conseguir la máxima utilización del volumen disponible en el almacén; sin embargo, esto está supeditado a una serie de limitaciones técnicas y económicas. (Garavito, 2012)

Ventajas:

- Buena localización de los productos almacenados.
- Buena utilización del volumen si los pasillos son estrechos
- Flexibilidad para la ampliación y cambios en la organización.

Desventajas:

- No facilita la aplicación del método FIFO (primer producto en entrar, primero en salir)

2.6.3 Sistema de almacenamiento compacto

Consiste en un conjunto de estanterías, que forman calles interiores de carga, con carriles de apoyo para los *pallets*, llamados racks penetrables. Los autoelevadores penetran en dichas calles interiores con la carga elevada por encima del nivel en el que va a ser depositada (Mecalux, 2014 y Garavito, 2012). Busca facilitar la utilización máxima del

volumen disponible en el almacén y se diseña para *pallets* de unidades homogéneas (Ver Figura N°04).

Ventajas:

- Eliminación de los pasillos entre estanterías.
- Riguroso control de entradas y salidas.

Desventajas:

- Alto coste del equipo
- Funcionamiento lento
- Necesidad de una buena organización para su trabajo

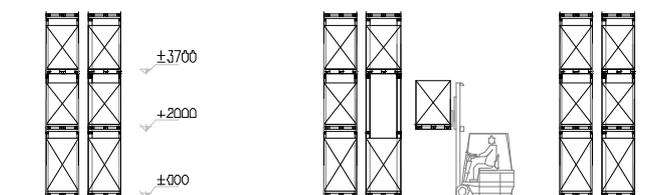


Figura N°04: Estanterías o Racks estáticos. Fuente: Mecalux, 2014

2.6.4 Sistema de almacenamiento dinámico

Está formado por un conjunto de estanterías dinámicas (racks dinámicos), las cuales son estructuras compactas que incorporan caminos de rodillos, colocados con una ligera pendiente que permite el deslizamiento de los *pallets* sobre ellos. Los *pallets* se introducen por la parte más alta de los caminos y se desplazan, por gravedad y a velocidad controlada, hasta el extremo contrario, quedando disponibles para su extracción. Este tipo de estanterías también es aplicable a los puestos de preparación de los pedidos, donde los *pallets* son desarmados (Ver Figura N°05). (Mecalux, 2014 y Garavito 2012)

Ventajas:

- Perfecta rotación de los productos aplicando el sistema FIFO.
- Capacidad de almacenaje máxima al ser un sistema compacto.
- Eliminación de interferencias de paso. Los pasillos de carga y descarga son distintos.
- Excelente control de stock.

Desventajas:

- Requiere pallets especiales
- Coste elevado de la instalación
- Dispone de menos huecos para el picking.

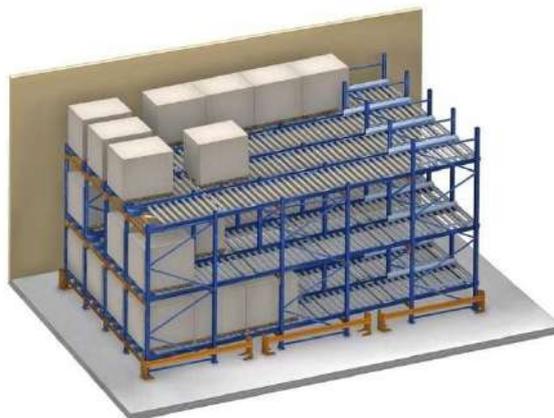


Figura N°05: Racks dinámicos. Fuente: Mecalux, (2014).

2.6.5 Sistema de almacenamiento móvil

Este sistema está compuesto por un conjunto de estanterías similares al del sistema convencional, pero la diferencia está en que la estructura no se encuentra anclada al suelo, sino que reposa sobre un sistema de rieles. De esta manera las estanterías se pueden desplazar, para unir las o separarlas, generando en cada instante el pasillo requerido para acceder a la posición. Permite el acceso directo a la referencia. (Mecalux, 2014 y Garavito 2012)

Ventajas:

- Acceso directo a cualquier *pallet* almacenado.
- Aprovechamiento del espacio.

Desventajas:

- Lentitud en el proceso de apertura y cierre de pasillos.
- Costo elevado.
- Difícil control de niveles de inventario.

2.7 Picking

2.7.1 Concepto

La preparación de pedidos o *picking* es el proceso de selección y acondicionamiento de los productos finales desde su lugar de almacenamiento y su transporte posterior a zonas de consolidación requeridas por un determinado pedido efectuado por el cliente. (Anaya Tejero, 2008)

Consta, por tanto, de dos actividades básicas: la recolección y agrupación de cada uno de los pedidos solicitados por el cliente y la consolidación de todas ellas en uno o varios embalajes para su envío. Dicha agrupación puede ser por capas de producto, lo que se

denomina *picking* por capas, o por packs o bultos de productos, que se denomina como *picking* manual, si esta tarea es realizada por personal de forma manual, como se ve representado en la Figura N°06.

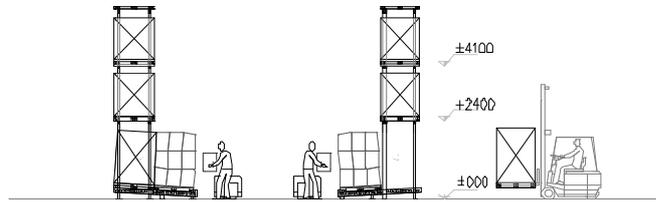


Figura N°06: *Picking* manual. (Mecalux, 2014)

2.7.2 Técnicas del *picking*

En la Figura N°07 se puede observar un resumen de cuáles son las clasificaciones del *picking* según los recursos empleados (*picking* manual, *picking* asistido por computadora, sistemas basados en radio-control) y la dinámica organizativa empleada en el proceso (*picking* "in situ", estaciones de *picking*). (Anaya Tejero, 2008)

Convencional	Funcional	Automatizado
<ul style="list-style-type: none"> •Equipos utilizados: zorras transpaletas •Equipamiento: No aplica •Productividad de la mano de obra: < 200CF/HH •Picking: Manual •Ergonomía: alto índice de lesiones y accidentes •Movimiento de los productos por el operario: ALTO (<i>picking</i> "in situ") <p>CF/HH: caja física (packs)/ Hora Hombre</p> <p>Layer picker: armado de pedidos en capas</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Equipos utilizados: zorras/ traspaletas y autoelevadores •Equipamiento: Racks selectivos, penetrables y dinámicos •Productividad de la mano de obras: entre 200 y 300 CF/HH •Picking: manual+<i>layer picker</i> y en ocasiones sistemas asistido por computadora •Ergonomía: Se mejoran las condiciones pero no se cumplen los estándares permitidos •Movimiento de los productos por el operario: MEDIO (<i>picking</i> in situ) 	<ul style="list-style-type: none"> •Equipos utilizados: cintas transportadoras y sistemas múltiples •Equipamiento: Racks selectivos, penetrables y dinámicos. Depósito en altura. •Productividad mano de obra: no aplica. Sistema sin hombre •Picking: Sistemas basados en radio control, unidades mecánicas móviles. •Ergonomía: Se cumplen los estándares de trabajo permitidos •Movimiento de los productos por el operario: NULO, (estaciones de <i>picking</i>)

Figura N°07: Clasificación del *Picking*. Fuente: Elaboración propia basada en los conceptos de Anaya Tejero, 2008.

2.8 Indicadores logísticos

2.8.1 Concepto de indicador

Un indicador muestra señales o indicios. Es un instrumento de medición para comprobar el grado de consecución de un objetivo propuesto (Anaya Tejero, 2008) o un nivel de servicio establecido. Permite identificar las diferencias existentes entre los resultados planificados y los obtenidos como base para la toma de decisiones, fijar el rumbo y alinear los esfuerzos hacia la consecución de las metas establecidas con el fin de lograr el mejoramiento continuo de los servicios.

En la Tabla N°01 se detallan indicadores que se utilizan en el presente trabajo.

Indicador	Definición	Objetivo	Cálculo	Benchmark ¹ : Clase mundial / promedio de la industria / valor definido por la empresa
Productividad del proceso de armado de pedidos	Relación entre la salida de productos obtenidos en relación a los recursos empleados para la consecución de los mismos	Analiza la productividad del picking. Tiene en cuenta la relación de los packs de bebidas procesados en función de la cantidad de operarios y horas de trabajo.	Packs procesados por el centro picking manual / horas hombre	Clase mundial: 200 - 300 packs/HH
Cumplimiento de necesidad de almacenaje	Compara la cantidad de producto que se puede almacenar dentro del depósito con la que se requiere	Cuantifica cuán bien es utilizado el espacio de almacenaje.	Cantidad de posiciones disponibles para almacenar / cantidad de posiciones requeridas para almacenar	Valor definido por la empresa: 100%
Errores de picking	Medida de la exactitud de la operación de armado de pedidos (<i>picking</i>)	Mide la calidad del trabajo manual del proceso de armado de pedidos debido al impacto directo que tiene esta actividad en el servicio al cliente.	Número de errores de picking o pedidos rearmados / pedidos totales armados	Valor definido por la empresa: 1%
Utilización de capacidad de camiones	Total de pallets entregados por camión comparado con la capacidad promedio del camión	Mide cuán bien son utilizados los camiones de reparto en términos de capacidad aprovechada	Pallets entregados por camión / capacidad promedio de camión reparto	Clase mundial mayor al 85%
Porcentaje de personal temporal²	Cantidad de personal temporal utilizado para cumplir con la demanda	Mide cuán bien son realizadas las actividades y asignado los recursos para llevarla a cabo	Cantidad de personal temporal/ personal total	Menor al 15% del personal permanente
Cantidad de horas extra promedio diario²	Cantidad de horas que superan un turno normal de trabajo	Mide cuán bien son asignados los recursos para llevar a cabo las actividades	(Horas totales trabajadas- horas de un turno normal de trabajo) x cantidad de empleados	0 (cero)

Tabla N°01: Indicadores logísticos. Fuente: creación propia en base a datos suministrados por consultora Neologistix (2014-b) y Manual de métricas de *Supply Chain*, Coca Cola Company.

¹ *Benchmark*: estándares, puntos de referencia

² Indicador utilizado para el área de despacho de corta distancia

2.9 Simulación

2.9.1 Concepto

La simulación es una representación ficticia de una situación real, que se experimenta mediante modelos que son abstracciones de la realidad. Cuanto mayor sea la aproximación de la simulación con la realidad, mayor será la utilidad de los resultados de la misma.

El objetivo principal de un modelo de simulación es comprender, analizar y mejorar las condiciones de operación relevantes de un sistema. Dentro de la simulación se encuentran distintos elementos que la componen, como es el caso de un sistema, un modelo o evento que surge en el sistema. (García Dunna Et Al., 2006)

2.9.2 Etapas de un estudio de simulación

Según los autores García Dunna Et Al, (2006) la realización de un estudio de simulación requiere de la ejecución de una serie de actividades y análisis que permitan sacarle el mejor provecho. A continuación se mencionan los pasos básicos para realizar un estudio de simulación, que de acuerdo a la problemática en cuestión en muchas ocasiones será necesario agregar otros o suprimir algunos de los que se mencionaran a continuación.

Definición del sistema bajo estudio: en esta etapa es necesario conocer el sistema a modelar. Para ello se requiere saber qué origina el estudio de simulación y establecer los supuestos del modelo: es conveniente definir con claridad las variables de decisión del modelo, determinar las interacciones entre estas y establecer con precisión los alcances y limitaciones que aquel podría llegar a tener.

Generación del modelo de simulación base: Una vez que se ha definido el sistema en términos de un modelo conceptual, la siguiente etapa del estudio consiste en la generación de un modelo de simulación base. No es preciso que este modelo sea demasiado detallado, pues se requiere de mucha más información estadística sobre el comportamiento de las variables de decisión del sistema.

Recolección y análisis de datos: de manera paralela a la generación del modelo base, es posible comenzar la recopilación de la información estadística de las variables aleatorias del modelo. En esta etapa se debe determinar qué información es útil para la determinación de las distribuciones de probabilidad asociadas a cada una de las variables aleatorias innecesarias para la simulación. Aunque en algunos casos se logra contar con datos estadísticos, suele suceder que el formato de almacenamiento o de generación de reportes no es el apropiado para facilitar el estudio. Por ello es muy importante dedicar el tiempo suficiente a esta actividad.

Generación del modelo preliminar: en esta etapa se integra la información obtenida a partir del análisis de los datos, los supuestos del modelo y todos los datos que se requieran para tener un modelo lo más cercano posible a la realidad del problema bajo estudio.

Verificación del modelo: una vez que se han identificado las distribuciones de probabilidades de las variables del modelo y se han implantado los supuestos acordados, es necesario realizar un proceso de verificación de datos para comprobar la propiedad de la programación del modelo, y comprobar que todos los parámetros usados en la simulación funcionen correctamente.

Validación del modelo: el proceso de validación del modelo consiste en realizar una serie de pruebas al mismo, utilizando información de entrada real para observar su comportamiento y analizar sus resultados.

Generación del modelo final: una vez que el modelo se ha validado, el analista está listo para realizar la simulación y estudiar el comportamiento del proceso. En caso que se desee comparar escenarios diferentes para un mismo problema, éste será el modelo raíz.

Determinación de los escenarios para el análisis: tras validar el modelo es necesario acordar los escenarios que se quiere analizar. Una manera muy sencilla de determinarlos consiste en utilizar un escenario pesimista, uno optimista y uno intermedio para la variable de respuesta más importante.

Análisis de sensibilidad: una vez que se obtienen los resultados de los escenarios es importante realizar pruebas estadísticas que permitan comparar los escenarios con los mejores resultados finales.

Documentación del modelo, sugerencias y conclusiones: una vez realizado el análisis de los resultados, es necesario efectuar toda la documentación del modelo. Esta documentación es muy importante, pues permitirá el uso del modelo generado en caso de que se requieran ajustes futuros.

2.9.3 Principios Básicos de la simulación

Partiendo de las etapas mencionadas en el punto 2.9.2, respecto a la aplicación de la simulación, se debe tener bien definido el sistema y las variables a analizar. La definición de sistema nos dice que se trata de un conjunto de elementos que se interrelacionan para funcionar como un todo. Para su aplicación en la simulación, tales elementos deben tener una frontera clara. A su vez cada sistema se puede dividir en elementos que son relevantes y necesarios para la construcción del modelo de simulación en el programa, entre los cuales se tienen las entidades, el estado del sistema, los eventos actuales y futuros, las localizaciones, los recursos, los atributos, las variables y el reloj de simulación. La

construcción del modelo permitirá representar situaciones reales de diferentes tipos. (García Dunna Et Al., 2006)

Las entidades son la representación de los flujos de entrada a un sistema, un ejemplo puede ser las piezas que llegan a un proceso. Éste es el elemento responsable de que el estado del sistema cambie.

El estado del sistema es la condición que guarda el sistema bajo estudio en un momento determinado. Éste se compone de variables o características de operación puntuales (como podría ser el número de piezas que hay en el sistema en ese momento), y de variables o características de operación acumuladas, o promedio (que podría ser el tiempo promedio de permanencia de una entidad en el sistema).

Un evento es un cambio en el estado actual del sistema, podría ser la interrupción o reactivación de una operación. Se puede catalogar a los eventos en dos tipos: eventos actuales, que son aquellos que están sucediendo en el sistema en un momento dado, y eventos futuros, que son cambios que se presentarán en el sistema después del tiempo de simulación.

Las localizaciones son todos aquellos lugares en los que la pieza puede detenerse para ser transformada o esperar a serlo. Pueden ser almacenes, bandas transportadoras, máquinas, entre otras.

Los recursos son aquellos dispositivos, diferentes a las localizaciones, necesarios para llevar a cabo cada operación. Por ejemplo, un montacargas o un operario encargado de una tarea.

Un atributo es una característica de una entidad definida. Por ejemplo, el peso de una de las entidades. Los atributos son muy útiles para diferenciar entidades sin necesidad de generar una entidad nueva.

Las variables son condiciones cuyos valores se crean y modifican por medio de ecuaciones matemáticas y relaciones lógicas

El reloj de simulación es el contador de tiempo de la simulación, y su función consiste en responder preguntas tales como cuánto tiempo se ha utilizado el modelo en la simulación, y cuánto tiempo en total se quiere que dure esta última.

Según García Dunna (2006), la simulación presenta como ventajas más comunes las siguientes:

- Es muy buena herramienta para conocer el impacto de los cambios en los procesos sin necesidad de llevarlos a cabo en realidad.
- Mejora el conocimiento del proceso actual al permitir que el analista vea cómo se comporta el modelo generado bajo diferentes escenarios.
- Puede utilizarse como medio de capacitación para la toma de decisiones.

- Es más económico realizar un estudio de simulación que hacer muchos cambios en los procesos reales.
- Permite probar varios escenarios en busca de mejores condiciones de trabajo de los procesos que se simulan.
- En problemas de gran complejidad, la simulación permite generar una buena solución.
- En la actualidad los paquetes de software para simulación tienden a ser más sencillos, lo que facilita su aplicación.
- Gracias a las herramientas de animación que forman parte de muchos de estos paquetes es posible ver cómo se comportará un proceso una vez que sea mejorado.

Entre las desventajas que se pueden llegar a presentar están:

- Aunque muchos paquetes de software permiten obtener el mejor escenario a partir de una combinación de variaciones posibles, la simulación no es una herramienta de optimización.
- La simulación puede ser costosa cuando se quiere emplearla en problemas relativamente sencillos de resolver, en lugar de utilizar soluciones analíticas que se han desarrollado de manera específica para ese tipo de casos.
- Se requiere bastante tiempo – generalmente meses - para realizar un buen estudio de simulación; por desgracia, no todos los analistas tienen disposición (o la oportunidad) de esperar ese tiempo para obtener una respuesta.
- Es preciso que el analista domine el uso del paquete de simulación y que tenga sólidos conocimientos de estadística para interpretar los resultados.

2.10 Metodología de diseño

Para asistir la toma de decisiones durante el proceso de diseño, además de la utilización de herramientas de simulación, se utilizará una serie de 5 pasos necesarios para el diseño de cualquier proceso enmarcado en el tradicional enfoque de Diseño para Seis Sigma (*Design for Six Sigm, DFSS*). Se describe en la Tabla N°02 en qué consiste cada uno de los pasos.

Pasos	Descripción
Definir	Determinar los requisitos y restricciones del sistema a analizar
Medir	Identificar parámetros y decidir cuáles serán evaluados

Analizar	Crear conceptos innovadores, usar la creatividad y reducir al mínimo las posibles alternativas, que contemplen todos los escenarios futuros posibles
Diseñar	Seleccionar el mejor diseño, si se puede, utilizando simulación y otras herramientas de selección
Verificar	Testear el diseño seleccionado

Tabla N°02: Pasos del enfoque de diseño para Seis Sigma. Fuente: Elaboración propia basada en Chackelson Lurner, (2013).

3 DESARROLLO

3.1 Descripción de la situación actual

En la Tabla N°03 se detalla la aplicación de la metodología de diseño por seis sigma explicada anteriormente que permite asistir la toma de decisiones durante todo el desarrollo del presente trabajo.

Pasos	Descripción	Aplicación
Definir	Determinar los requisitos y restricciones del sistema a analizar	Definir requisitos y limitaciones del depósito
Medir	Identificar parámetros y decidir cuáles serán evaluados	Obtener y analizar datos, evaluación de situación inicial
Analizar	Crear conceptos innovadores, usar la creatividad y reducir al mínimo las posibles alternativas, que contemplen todos los escenarios futuros posibles	Considerar equipos y recursos necesarios Determinar nuevos procesos y operativas en caso de ser necesario
Diseñar	Seleccionar el mejor diseño, si se puede, utilizando simulación y otras herramientas de selección	Generar y evaluar diseños de cada centro de trabajo (nivel micro) mediante simulación ProModel y/o implementación de nuevas tecnologías
Verificar	Testear el diseño seleccionado	Evaluar y seleccionar el diseño del depósito (nivel macro) mediante matrices de ponderación

Tabla N°03: Aplicación de la metodología de diseño para Seis Sigma. Fuente: Elaboración propia basada en Chackelson Lurner, (2013).

En la Tabla N°04 a modo general, se describen las tareas que en la actualidad se realizan en cada turno de trabajo.

Turno	Horario	Tareas
Mañana	06:00 a 14:00 hs	Preparación y despacho de pedidos de larga distancia. Almacenamiento de productos terminados provenientes de producción. Recepción de envases vacíos y pallets provenientes de los camiones que regresan del despacho de corta y larga distancia. Recepción y almacenamiento de productos que sólo se distribuyen y no se producen en planta.
Tarde	14:00 a 22:00 hs	Recepción de órdenes de pedido/carga a despachar. Ruteo de camiones. Reabastecimiento de pallets faltantes en el sector de picking manual. Almacenamiento de productos terminados provenientes de producción. Rotación de los stocks en el almacén de productos terminados.
Noche	20:00 a 08:00 hs	Preparación y despacho de pedidos de corta distancia. Almacenamiento de productos terminados provenientes de producción.

Tabla N°04: Tareas ejecutadas según el turno de trabajo. Fuente: elaboración propia.

3.1.1 Descripción del proceso del despacho

El proceso de despacho comienza con el arribo del producto terminado, conformado en *pallets*³, desde producción hacia el área de almacenaje (ver Figura N°08). Desde este sector del depósito pueden ir a dos destinos: el área de preparación de pedidos (área de *picking*) o directo al camión, según sea el proceso de armado de corta o larga distancia respectivamente. Si el *pallet* sigue como destino el área de *picking*, se inicia el proceso de armado de pedidos de corta distancia, que se explicará con detalle más adelante. Una vez terminado el armado del pedido, mediante autoelevadores, el personal carga los *pallets* dentro de los camiones para su posterior control y despacho.

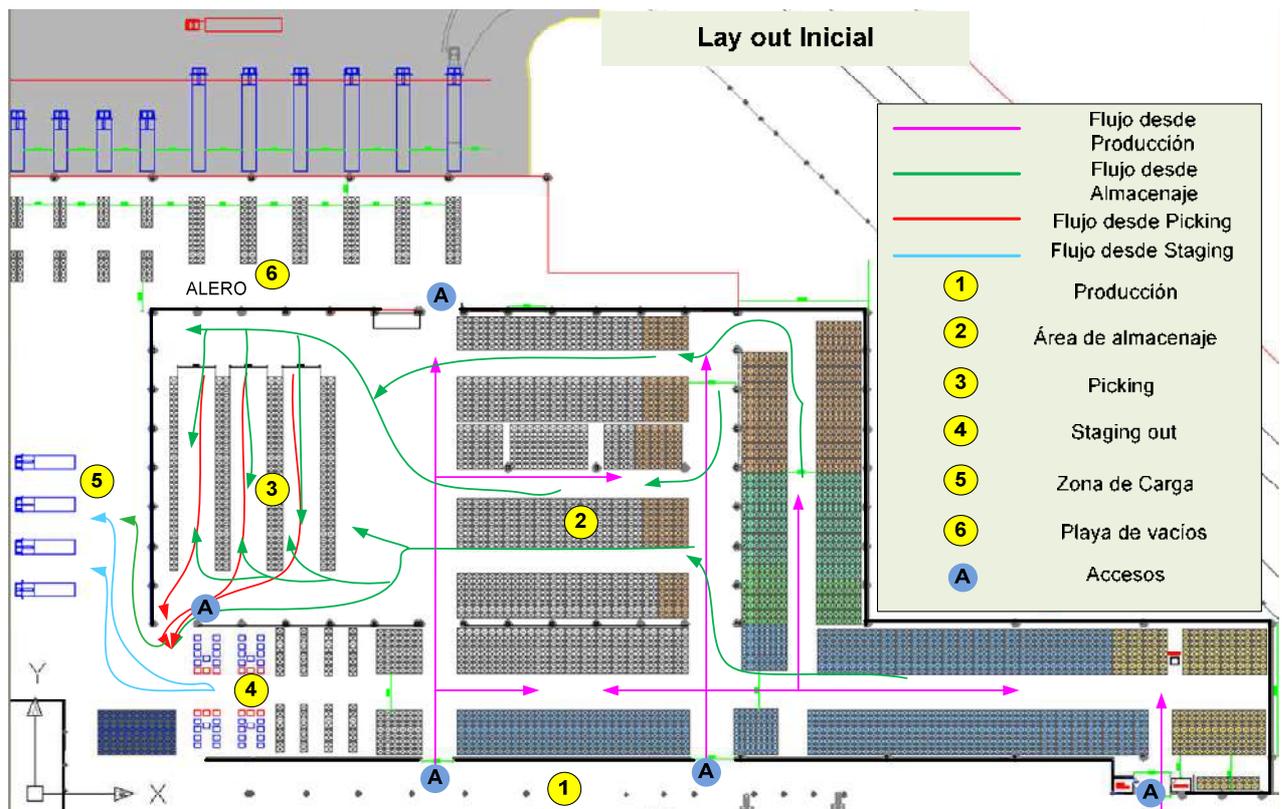


Figura N°08: Diagrama de circulación turno noche. Fuente: Elaboración propia en base a planos de depósito tomados como referencia provistos por Consultora Neologistix (2013-a).

3.1.1.1 Proceso de almacenaje

Los productos embotellados en producción son llevados al área de almacenaje. A su vez, ingresan a dicha área productos provenientes de otras embotelladoras que sólo se distribuyen, jugos y cervezas, mediante autoelevadores. La circulación de estos últimos productos se puede observar en la Figura N°09.

³ En el presente trabajo, la unidad de carga, cierta cantidad de producto ordenado en plataformas de madera (paletas o *pallets* cuya dimensión estándar es de 1,25*1,05 metros), será denominada *pallet* de producto terminado

Al momento de ingresar el producto terminado al depósito se le asigna una identificación al *pallet*, que contiene los datos del mismo y la ubicación física dentro del área de almacenaje. De esta manera se identifica la existencia de stock en el depósito para su posterior uso y control.

A su vez, durante el turno tarde se reorganizan las posiciones existentes dentro de la zona de almacenaje: se rota los stocks de los productos y se realizan las reposiciones de *pallets* completos en el área de *picking*.

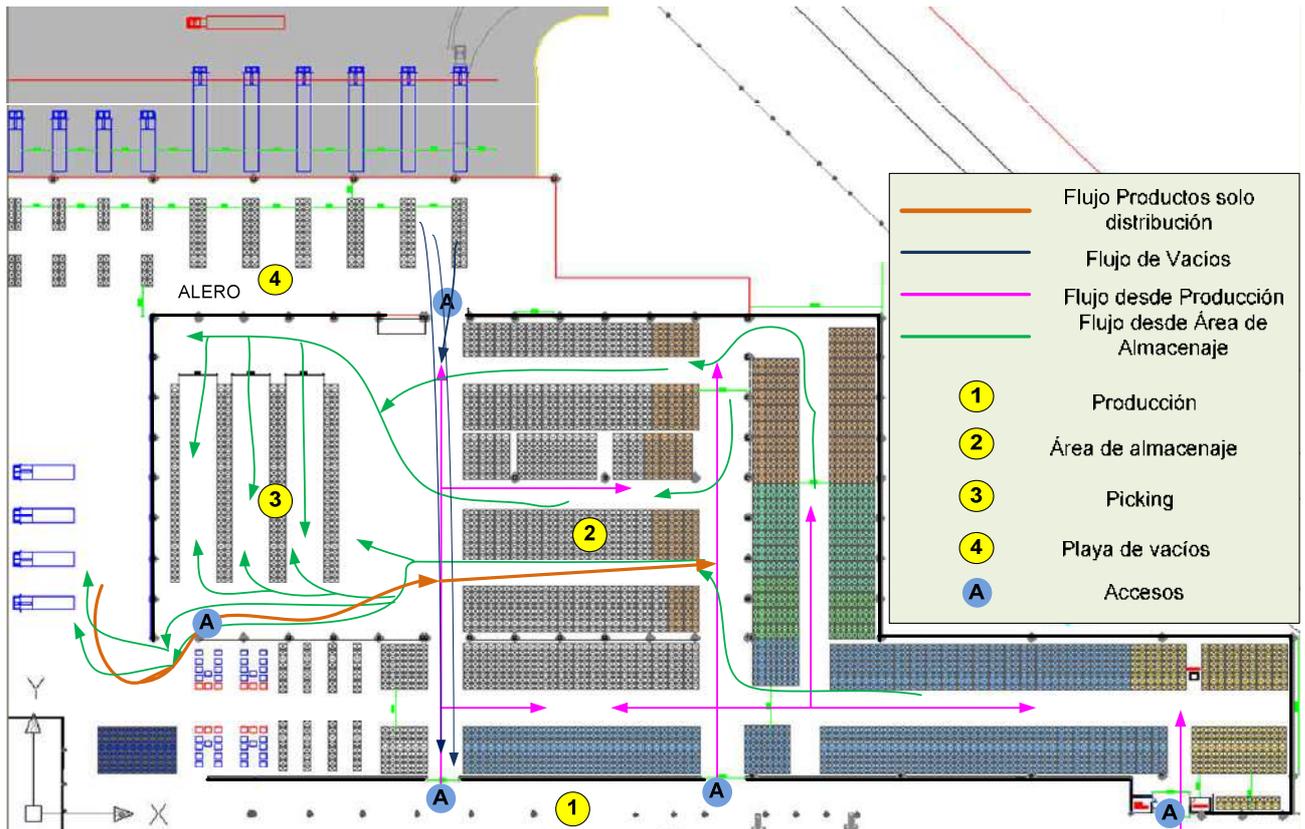


Figura N°09: Diagrama de circulación turno mañana-tarde. Fuente: Elaboración propia en base a planos de depósito tomado como referencia provistos por Consultora Neologistix (2013-a).

3.1.1.2 Proceso de armado de pedidos de distribución de larga distancia

El proceso de armado y expedición de pedidos de larga distancia comienza con el ruteo de los camiones a cada uno de los centros a los que distribuyen (a la fecha son 9 y se encuentran en la región norte del país), dependiendo de la demanda de los mismos y permitiendo la confección de las órdenes de carga de los camiones.

La modalidad de despacho, en este caso, es de *pallets* completos provenientes de la zona de almacenaje, como se esquematiza en la Figura N°10.

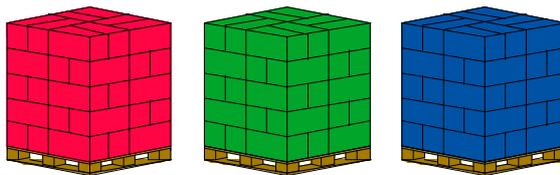


Figura N°10: Esquema de *pallets* completos.

El jefe de turno del depósito recibe las órdenes de carga y las distribuye entre los conductores de los autoelevadores, cuya actividad es trasladar los *pallets* completos desde la zona de almacenaje hacia los camiones de larga distancia. Se emplean autoelevadores de simple y doble uña con capacidad de llevar de hasta dos *pallets* completos. Antes de salir el camión, se realiza un control por parte del personal a cargo de la expedición para verificar que el mismo lleva exactamente la carga que indica la orden.

El turno mañana es el encargado de la realización de este proceso. Los vehículos utilizados tienen una capacidad de carga promedio de 22 *pallets* completos.

3.1.1.3 Proceso de armado de pedidos de distribución de corta distancia

El proceso comienza con el ruteo de camiones a distintas zonas-destino a partir de pedidos de venta de los clientes para luego confeccionar las órdenes de carga de los camiones. En el presente, una orden corresponde a la carga de un camión. A su vez, la carga de un camión está conformada por 3 posibles combinaciones de armado de *pallets*:

- Completos, esto es, el *pallet* puede estar compuesto en 3, 4, 5 y 6 capas de un mismo producto y del depósito se carga directo al camión. (ver Figura N°10)
- Combinados:
- En capas, el *pallet* está compuesto por distintos productos pero su unidad es la capa o camada. (ver Figura N°11)
- En packs sueltos, el *pallet* está compuesto por distintos productos, su unidad son packs y pueden llegar a contener capas también. (ver Figura N°12)

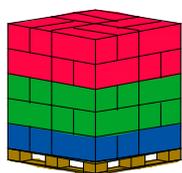


Figura N°11: Esquema de *pallet* armado por capas.

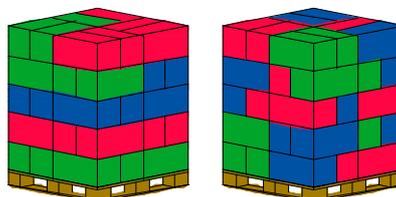


Figura N°12: Esquema de *pallets* armados por packs.

Una vez que se confeccionan las órdenes de pedido, el jefe de turno a cargo del depósito determina cuántos *pallets* completos y cuántos *pallets* combinados debe cargar cada camión. Se divide el trabajo entre el personal de *picking*, que se encarga de armar los *pallets* por capas y/o por packs y el personal del depósito, que se encarga de llevar los

pallets completos hacia el camión de corta distancia con equipos autoelevadores de simple y doble uña.

El trabajo que realiza el personal de *picking* se denomina *picking* manual y consiste en la preparación de pedidos por packs o bultos seleccionados en pasillos formados por todos los *SKUs* dispuestos a piso. Ver zona de *picking* manual en Anexo N°01: Plano general del depósito y sus alrededores.

La dotación fija de personal a cargo del proceso de armado de pedidos y expedición es:

- 3 cargadores de camiones (en autoelevador)
- 3 atendedores de *picking* (en autoelevador)
- 1 reabastecedor de *picking* (en autoelevador)
- 12 operarios encargados del armado de *pallets* por capas y packs, de ahora en adelante denominados *pickeros*
- 2 operarios que acercan el camión a la zona de carga y luego de ser cargado lo llevan a la playa de estacionamiento, denominados maniobristas.

En los meses de demanda alta, se utiliza personal temporario que se incorpora a la dotación mencionada.

Es importante aclarar que cada *pickero* se encarga de armar los *pallets* combinados de a un camión por vez y para su armado debe tener en cuenta los siguientes **criterios de armado**:

- no debe mezclar en un mismo *pallet* productos retornables y no retornables,
- los productos de mayor tamaño los debe depositar en las capas inferiores del *pallet*, esto es, el producto más pesado va abajo y el más liviano arriba,
- la cerveza no se mezcla con los productos sin alcohol y, por último,
- los productos de menor rotación se ubican en la capa superior del *pallet*.

Cuando el armado de un *pallet* combinado es finalizado por el *pickero*, lo transporta con zorras a la zona de *staging out* (ver Figura N°08 y N°13) y comienza con un nuevo *pallet*. Al mismo tiempo, los reabastecedores de *picking* se encargan de reaprovisionar con *pallets* completos los puestos de *picking* que hayan quedado vacíos.



Figura N°13: *Picking* por packs sueltos.

Una vez que los *pallets* combinados están dispuestos en el área de *staging out* listos para cargar al camión, se realiza el control de los mismos, *pallet por pallet*, con una duración aproximada de 10 minutos.

Finalizado el control, los *pallets* combinados son cargados a su respectivo camión con equipos autoelevadores de simple uña. La capacidad promedio de los vehículos de reparto empleados en este proceso es de 9 *pallets*. El turno noche es el encargado de la realización de este proceso. En la Figura N°14 se muestra una fotografía donde se observan los camiones de reparto a modo de ejemplo.



Figura N°14: Camiones de reparto

3.1.1.4 Proceso de expedición de pedidos de corta y larga distancia

El proceso de expedición de pedidos de corta y larga distancia comienza cuando los camiones se encuentran cargados en las dársenas, se pesan y luego se llevan a la *playa* de estacionamiento de camiones, por los maniobristas, para su posterior entrega al chofer del camión. Este proceso incluye la preparación de los documentos de embarque (denominado *packing-list*), las etiquetas y facturas, la determinación del peso de la carga y la comprobación de la carga en el camión.

La flota de camiones de la empresa tomada como referencia es heterogénea, cada vehículo posee características particulares de costo, capacidad de carga, velocidad y

jornadas de trabajo limitadas, con posibilidad de horas extra. A su vez, está compuesta por un 11% de unidades propias y un 89% de unidades tercerizadas. Este alto porcentaje de camiones no propios genera una fuerte incidencia del gremio de camioneros en las decisiones que toma el área de logística de despacho. La antigüedad promedio de la flota de camiones es de 13 años. (Consultora Neologistix, 2014-b).

3.1.1.5 Proceso de ruteo de camiones

Las actividades de ruteo consisten básicamente en asignar una ruta a cada camión de la flota para repartir la mercadería. Los clientes se localizan en distintos puntos de venta y en general poseen horarios de servicio determinados. Se debe establecer secuencias de clientes y programar los horarios de los vehículos.

El personal de ventas asigna las cargas a los camiones en función de la cantidad de pedidos, puntos de ventas, tipo de zona a las que deben ir cada unidad (hay zonas que no pueden ir camiones muy grandes porque las calles son pequeñas) y prioridad alta, media o baja a las zonas de entrega.

3.1.2 Restricciones de infraestructura

El depósito posee ciertas limitaciones edilicias que se deberán tener en cuenta y condicionarán las alternativas de diseño para la mejora del mismo, éstas son:

- Las dársenas en el lateral y en el nivel superior del depósito no se pueden cambiar.
- Los accesos de producción al depósito no se pueden modificar.
- Las columnas que se encuentran dentro del depósito son estructurales, por lo tanto no se pueden sacar.
- Las paredes son de chapa, sólo algunas se pueden quitar.
- La altura del depósito admite hasta 3 niveles de estibado o apilado.

3.1.3 Análisis de la demanda

La empresa objeto del estudio cuenta con demanda estacional, es decir, que fluctúa de forma regular en cada período, en este caso mensual. Como se observa en la Tabla N°05 la demanda tiene un pico de aumento en el mes de diciembre.

En el presente trabajo, para el análisis de la situación actual se toma los datos correspondientes al promedio de los viernes del mes pico, ya que este último es el día de la semana de mayor volumen de venta.

Mes	Distribución
Enero	7%
Febrero	6%
Marzo	9%

Abril	7%
Mayo	7%
Junio	8%
Julio	8%
Agosto	7%
Septiembre	11%
Octubre	8%
Noviembre	9%
Diciembre	13%

Tabla N°05: Distribución de la demanda. Fuente: Consultora Neologistix, (2013-a).

3.1.4 Descripción del equipamiento para el movimiento de materiales

Los equipos que permiten el flujo de materiales y la realización de las operaciones dentro del depósito son:

- Carretilla elevadora (autoelevador) de simple y doble uña. (Figura N°15)
- Zorras de carga. (Figura N°16)



Figura N°15: Autoelevador simple uña



Figura N°16: Zorras para transportes de *pallets*

3.1.4.1 Consideraciones

- Las zorras eléctricas hombre a bordo, sólo se justifican cuando las distancias a recorrer son muy grandes.
- Se debe analizar compra versus alquiler.
- Se debe crear un plan de mantenimiento adecuado para todos los equipos que se utilicen en la realización de actividades.

3.2 Evaluación del estado actual

La evaluación de la situación actual en la que se encuentra el área de logística de despacho, se realizará para los siguientes centros de trabajo:

- Almacenamiento de productos terminados
- Preparación de pedidos
- Expedición de pedidos

Todo el análisis se realiza para el mes de Diciembre, mes de mayor demanda y donde se presentan los principales problemas para el cumplimiento del nivel de servicio definido por la empresa.

3.2.1 Almacenamiento de productos terminados

3.2.1.1 Área de almacenaje

Originalmente el diseño del depósito se hizo considerando políticas de stock determinadas por la empresa para todos los productos, en función de su demanda estimada. Pero en la práctica, se almacena en función de la programación de la producción por lotes y del stock cíclico determinado por la capacidad de la planta, utilizándose la política de stock para aquellos productos que sólo se distribuyen (cervezas y jugos).

Por lo tanto, se debe calcular los niveles de stock a partir de la capacidad productiva de la planta, la planificación de la producción y los niveles de stock de seguridad recomendados y así poder asignar correctamente la cantidad de espacio necesario para el área de almacenaje.

Se dispone de los siguientes datos otorgados por la Consultora Neologistix, (2013-a):

Demanda mensual para el mes de diciembre de cada producto (ver Anexo N°02)

Tipo de producto A, B o C, la empresa tomada como referencia considera para los productos A hasta el 75% del volumen acumulado de la venta diaria en packs, entre 75% y el 90% para los productos B y desde el 90 % hasta el 100% los productos C (ver Anexo N°02).

Política de stock para productos que sólo se distribuyen, es decir, aquellos que no se embotellan en la planta. Esto significa tener productos en almacenaje para cubrir la demanda de una determinada cantidad de días.

La política de stock actual utilizada por la empresa es:

- Productos A: 2,5 días
- Productos B: 6 días
- Productos C: 10 días

Niveles de **stock de seguridad** actuales utilizados por la empresa tomada como referencia son:

- Productos A: 1 días

- Productos B: 2 días
- Productos C: 4 días

Es importante aclarar que los productos C poseen niveles de stock superiores ya que al ser productos de baja rotación, presentan mayor variabilidad en su demanda y requieren un nivel de stock alto para poder absorberla.

Capacidad actual de producción

La producción de bebidas gaseosas se la realiza en cinco líneas de producción y se las asigna a cada una de ellas de acuerdo al tipo de formato y/o de envase.

La capacidad de producción de cada una de las líneas se mide en base a la velocidad de llenado (unidad de medida: botellas por minuto) de dichas maquinas. La capacidad actual de cada línea es:

- Línea 1, vidrio chico: 28.000 botellas/h
- Línea 2, vidrio grande: 12.000 botellas/h
- Línea 3, REPET⁴: 14.000 botellas/h
- Línea 4, NRET⁵, <1.5L: 22.000 botellas/h
- Línea 5, NRET, familiar-especial: 16.000 botellas/h

Rendimiento de las líneas

En el año 2013 el rendimiento promedio de todas las líneas fue del 67%, contemplándose las siguientes paradas:

- Paradas operacionales (calibración de equipos, parada por calidad, explosión de botellas, caída de botellas, falta de jarabe, falta de insumos, falta de envase, entre otros)
- Paradas programas (cambio de tipo de envase, cambio de sabor, saneamiento, mantenimiento correctivo y preventivo, limpieza final, carga inicial de lavadora, entre otras)

Cantidad de horas de producción neta por día: $24 \text{ h} \times 0,67 = 16,08 \text{ h}$

Programación de la producción

La programación de la producción actual de la empresa tomada como referencia se realiza en intervalos planificados, teniendo en cuenta que se produce durante 6 días a la semana las 24 horas. Por lo tanto, se produce para generar el stock necesario para cubrir la demanda diaria hasta su próxima producción.

- Productos A: producción cada 6 días
- Productos B: producción cada 12 días

⁴ Envase Retornable PET

⁵ Envase No Retornable

- Productos C: producción cada 24 días

Lote mínimo de producción: Es considerado como aquel lote de producción que es viable desde el punto de vista productivo y económicamente rentable. Es determinado por la empresa en función de la capacidad de las máquinas, costos, caducidad de productos, capacidad de tanques de jarabe, entre otras variables. El lote mínimo de producción de las líneas es de 5.000 botellas.

La empresa tiene la característica de producir para stock, por lo que es importante evaluar el volumen de los productos almacenados y su relación con la demanda.

Cabe destacar que en los meses de baja demanda los niveles de producción se mantienen estables. Esto es así, debido a que la capacidad productiva de algunas líneas no es suficiente para cumplir con la demanda de los meses pico, por lo que es indispensable mantener un stock proveniente de la producción de los meses de baja demanda que permita cumplir con pedidos futuros.

Cálculo de volumen de stock

La demanda diaria es afectada por la planificación de la producción. Es decir, los productos A se producen cada 6 días, por lo tanto el lote a producir va a ser (demanda diaria A)x6, los productos B se producen cada 12 días, la cantidad a producir será (demanda diaria B)x12, los productos C se producen cada 24 días, la cantidad a producir será de (demanda diaria C)x24.

Las cantidades calculadas a producir se comparan con las capacidades de las líneas correspondientes y se realiza el cálculo de la producción de cada una de ellas día a día para todo el mes de diciembre. De esta manera se determina el stock necesario, formado por lotes de producción y por la existencia inicial que debe encontrarse en el depósito para dar cumplimiento a la demanda diaria (Ver Anexo N°03).

Una vez calculado el volumen promedio mensual resultante de la existencia inicial y el cálculo de producción, y sumándose un coeficiente de seguridad correspondiente a la desviación diaria respecto del promedio diario en *pallets* (ver Anexo N°03), junto con el stock de seguridad recomendado y la política de stock para aquellos productos que sólo se distribuyen, se determina la cantidad de posiciones requeridas para el área de almacenaje, considerándose previamente la capacidad de estibado de cada tipo de envase (Ver Tabla N°06).

Tipo			Pallets	Estibado	Posiciones
Resultado cálculo de la producción	No-RET	A	3.275	2	1.637
		B	534	2	267
		C	580	2	290
	RET	A	871	3	290
		B	871	3	290

		C	557	3	186
Productos de distribución	Cervezas	A	169	3	56
		B	101	3	34
		C	308	3	103
	Jugos	C	148	2	74
Stock seguridad	No-RET	A	943	2	471
		B	209	2	104
		C	191	2	95
	RET	A	597	3	199
		B	321	3	107
		C	373	3	124
	Cervezas	A	68	3	23
		B	34	3	11
		C	154	3	51
	Jugos	C	74	2	37
Stock cíclico + seguridad				Subtotal	4.450
Botellas RET vacías			250	3	83
Total					4.533

Tabla N°06: Posiciones de stock requeridas. Fuente: Elaboración propia.

Según la disposición actual, el depósito cuenta con un área de almacenaje que tiene 8.830 m² donde el 36,3 % representan pasillos, arroja como resultado 5.624 m² netos usados. Teniendo en cuenta que el área ocupada por un *pallet* es de 1,43 m², la cantidad de posiciones disponibles en la zona de almacenaje resulta de: $5.624\text{m}^2/1,43\text{m}^2 = 3.933$ posiciones. Además se cuenta con:

- 245 posiciones en la zona de *picking* (éstas no admiten estibado, se disponen a piso para poder realizar las actividades de preparación de pedidos).
- 100 posiciones en el área de envases vacíos.

Como la cantidad de posiciones actuales dentro del área de almacenaje no satisface las necesidades actuales de stock (4.450 posiciones requeridas - 3.933 posiciones disponibles = 517 posiciones faltantes), se almacenan productos en otras zonas debidas a la falta de espacio asignado para el mismo (ver Figura N°17). Estas son:

- 117 posiciones en el *staging out*
- 400 posiciones afuera del depósito

Esto genera que el producto terminado se ensucie y se rompa, ya que cierta cantidad se encuentra al aire libre, y que sea incómodo poder acceder a él.

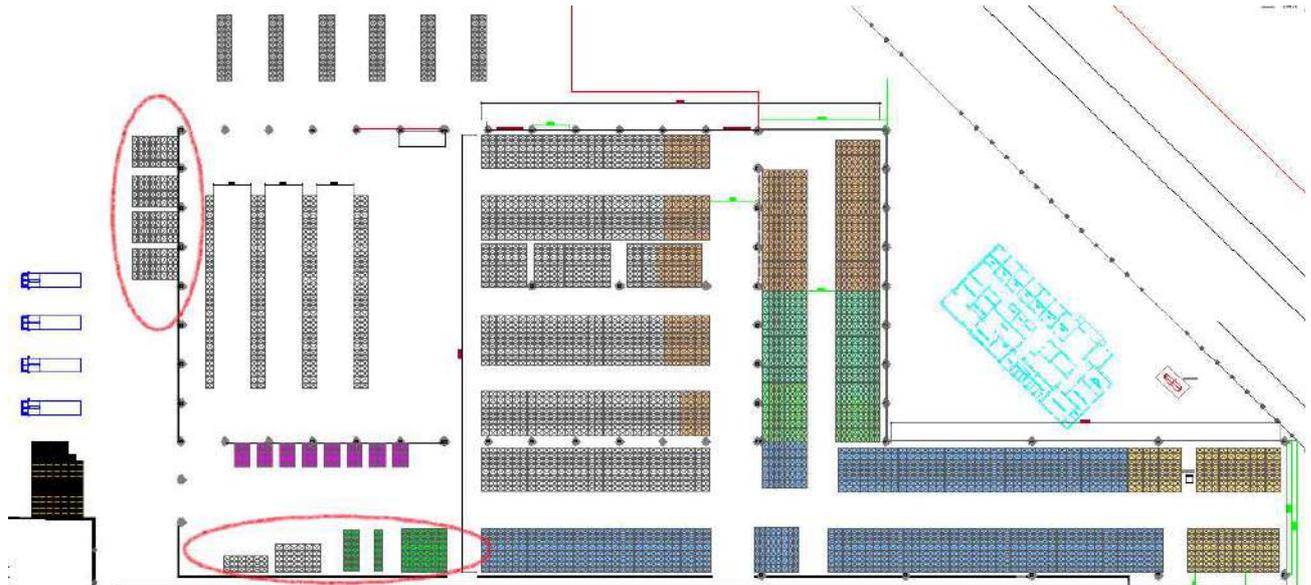


Figura N°17: OTRAS ZONAS DE ALMACENAJE. Fuente: Consultora Neologistix, (2013-a).

El radio de giro que poseen los equipos autoelevadores de simple uña que se utilizan en el depósito es de 3 metros aproximadamente⁶. Por lo tanto, se requiere que los pasillos principales, es decir, aquellos en donde existe mucho movimiento de personal y maquinaria, posean un ancho de 7 metros. Los pasillos secundarios requieren de un ancho de 5 metros para que los equipos de doble y simple uña puedan operar con comodidad.

Los pasillos principales que posee el depósito en el presente tienen una distancia promedio de 8,25 metros y los secundarios de 5,3 metros. Concluyendo que se encuentran sobredimensionados para el uso de autoelevadores y manipulación de *pallets*.

A continuación, en la Tabla N°07 se indican las distancias promedio entre las rutas de acceso.

Rutas de acceso	Distancia promedio a recorrer (metros)
Vacíos a producción	93,8
Producción a almacenaje	85,0
Dársenas a almacenaje	118,6

Tabla N°07: Distancia de rutas de acceso. Fuente creación propia en base a los planos de la empresa tomada como referencia.

La distancia entre las rutas de acceso de los centros con dependencia directa se encuentra alejada, generando así una lenta velocidad de *picking*, retrocesos y caminos que se cruzan (Ver Figura N°08 y N°09).

Indicadores del área

Cumplimiento de necesidad de almacenaje: 0,76 (ver Anexo N°04).

⁶ Según el libro Mc Craw Hill, Distribución interna de los productos, el ancho del pasillo operativo para maniobra de un autoelevador simple uña debe ser como mínimo de 2,9 m.

3.2.1.2 Proceso de almacenaje

Este proceso que consta básicamente en acomodar productos terminados en el área de almacenaje, está controlado a partir la trazabilidad de todos los productos provenientes de producción y embotelladoras externas, a través de la identificación de su ubicación física en el sistema de inventarios BASIS AS/400 que posee la empresa.

Al realizar esta actividad no se tiene un criterio de agrupamiento para los productos, es decir, no se ubican en el área de almacenaje según un orden prefijado para facilitar el armado de pedidos y la carga en los camiones de larga distancia (Ver Figura N°17, otras zonas de almacenaje).

La utilización del espacio con esta forma de almacenaje no es buena ya que los productos no se encuentran ordenados, en algunos casos no se aprovecha el apilado de los mismos, haciendo que los recorridos y el tiempo de identificación del producto también sean elevados.

Este es un ítem importante a considerar ya que la ubicación de los productos debe ser de tal forma que agilice el flujo de los mismos, por eso resulta conveniente la utilización de criterios de agrupamiento, teniendo en cuenta la demanda, la rotación de los productos, su compatibilidad y tipología.

3.2.1.3 Almacenamiento de productos retornables

La empresa realiza logística inversa, es decir, aquella que comprende todas las operaciones relacionadas con la reutilización de productos y materiales, para los productos retornables. Estos son: Retornables PET y Retornables Vidrio, en todos sus tamaños. Es por eso que existe una *playa* de vacíos en el depósito para su separación y acondicionamiento y posterior proceso de lavado.

En el presente, la *playa* de vacíos se encuentra alejada del área de producción a una distancia de 90 metros en línea recta, generándose flujos cruzados con los demás procesos. Se analizarán más adelante.

El espacio que se destina al almacenaje de los productos vacíos representa aproximadamente un 30% de la demanda diaria de los productos retornables.

La separación y acondicionamiento de los envases vacíos retornables provenientes del retorno de los camiones de corta distancia se realiza en el turno tarde.

3.2.2 Preparación de pedidos

3.2.2.1 Larga distancia

Dado la simplicidad del proceso de armado de pedidos de larga distancia y del hecho que no requiera de un área física del depósito, ya que se cargan los *pallets* completos

del área de almacenaje directo a camiones, se cumple con todo el despacho en los meses de mayor demanda en un turno normal de 8 horas de trabajo con personal fijo y temporal.

Sin embargo, se considera inadecuado los grandes recorridos que deben realizar los conductores de autoelevadores del área de almacenaje al área de dársenas y los cruces de flujo con los demás centros de trabajo. (Ver Tabla N°07: Distancia de rutas de acceso).

Este análisis se detallará más adelante en el análisis de flujo.

3.2.2.2 Corta distancia

3.2.2.2.1 Picking manual

En el presente, la empresa se encuentra en lo que comúnmente en logística llaman “etapa convencional del *picking*”. Las características propias de esta etapa en la evolución del *picking* que se observan en el área de logística de despacho son:

- Punto de partida del proceso: orden de carga.
- Supervisor o líder divide las tareas.
- *Pallets* a piso, organizados por tamaño (ver Anexo N°01).
- Operarios buscan paquetes y los trasladan cargando hasta *pallets* vacíos de destino.
- Baja productividad en el armado de pedidos: < 200 packs / HH⁷ en los meses pico.
- Centro de trabajo con mayor utilización de operarios. Ver 3.2.4 análisis de flujo de productos
- Alto nivel de accidentes / ausentismo debido a lesiones generadas por condiciones ergonómicas inadmisibles. Según GESTION.ar, 2014 en su reporte de Benchmarking de Indicadores de Gestión, establece que el valor mínimo de ausentismo del mercado total se ubica en el orden del 4,5% y 5%, mientras que el nivel de ausentismo de la empresa tomada como referencia es en promedio del 13% (dato suministrado por Consultora Neologistix, 2014-d) en el área de logística de despacho, para los 3 turnos de trabajo. Ver Figura N°18.
- Mermas y roturas. Rotura de packs: 0,5 packs/*pallets*. Datos suministrados por Consultora Neologistix 2014-d.
- Errores en el armado de *pallets picking*: 0,05 errores de picking /pedidos totales armados. Datos suministrados por Consultora Neologistix 2014-d.
- Estos errores generan actividades adicionales y pérdidas de tiempo. Uno de los motivos es debido a la falta de simplicidad de las órdenes de carga provistas por el personal encargado del proceso de ruteo. Las planillas que se utilizan para el

⁷ HH: horas hombre

ruteo de camiones son las mismas que se le entrega al personal de *picking* y por lo tanto, la información que contiene no está procesada de forma correcta para que al personal a cargo del *picking* le resulte fácil interpretarlas, ni tampoco están contemplados los criterios de armado de pedidos. Ver en Anexo N°05.

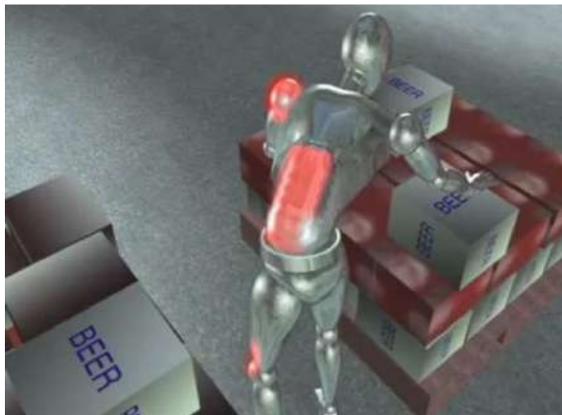


Figura N°18: Armado de *picking* por packs sueltos.

Además, se advirtieron las siguientes falencias en el área y proceso de *picking*:

- Continuamente se generan obstrucciones en las calles de circulación porque los piqueros no tienen un lugar para dejar los *pallets* que arman y lo dejan donde mejor les parece.
- Deficiente utilización del *staging out*. Indicador de ocupación del *staging out* por pedidos armados: 0,68. Ver Anexo N°04.
- Equipos inadecuados para el proceso. Los autoelevadores que participan del proceso son muy grandes, de doble uña, cuando se recomienda para un proceso seguro y por el tipo de actividad que utilicen equipos de simple uña.
- Utilización incorrecta de equipos. En general no se utiliza bien la zorra de carga, el operario la deja estacionada y camina hasta las posiciones a buscar los packs y regresa caminando con el peso. Cuando deberían posicionar la zorra de carga cerca del producto a seleccionar y no caminar con el peso.
- Existe desorden y suciedad.
- Incorrecta distribución interna del área de *picking*. La ruta de acceso al *staging out* tiene alrededor de 7,7 metros, donde debe circular en un mismo turno autoelevadores con *pallets* completos y zorras de carga con *pallets* combinados, generándose así un embudo que entorpece y retrasa la operación. Ver Figura N°08.

Otros indicadores del proceso

% personal temporario: $14 \text{ personal temporal} / 26 \text{ personal total} = 53,84\%$ (Ver dotación en 3.2.4 Análisis de flujo de productos).

Cantidad de horas extra promedio diario: $2\text{hs} \times 26 \text{ operarios} = 52 \text{ hs extra/día}$.

3.2.2.2 Productividad del proceso de armado de pedidos

La empresa mide la productividad del *picking* en función de la cantidad de packs por hora-hombre que se despachan en los camiones.

Como los camiones de corta distancia deben realizar el reparto de forma regular a la mañana, se debe tener el 100% de los camiones cargados a las 06:00 con el mínimo de errores. En la actualidad, esto no se cumple, ya que los camiones en promedio son despachados a las 08:00 utilizándose horas extra para el personal permanente y temporario.

La Figura N°19 compara la productividad actual de la empresa con el rango de productividad objetivo determinada por buenas prácticas de *picking* (valor que ronda entre los 200 y 300 packs/HH). Se incluye en la figura los valores de demanda a cumplir para toda la semana.

Como se puede observar, la productividad actual se encuentra por debajo del nivel objetivo en los meses pico. Si bien se cumple con los volúmenes de despacho demandados, hay mayor cantidad de reposiciones en el área de *picking*, que sumado a un incorrecto diseño del área, genera demoras en el armado de pedidos, aumento de fatiga en los operarios, se utiliza personal temporal, el personal fijo trabaja horas extras, ocurren accidentes y ausencias de los trabajadores (choques o accesos bloqueados por equipos). Situaciones que, aun cumpliendo con los pedidos, originan retrasos en el despacho y el incumplimiento del nivel de servicio antes mencionado: “llegar al 100% de los camiones cargados a las 06:00 con el mínimo de errores”.

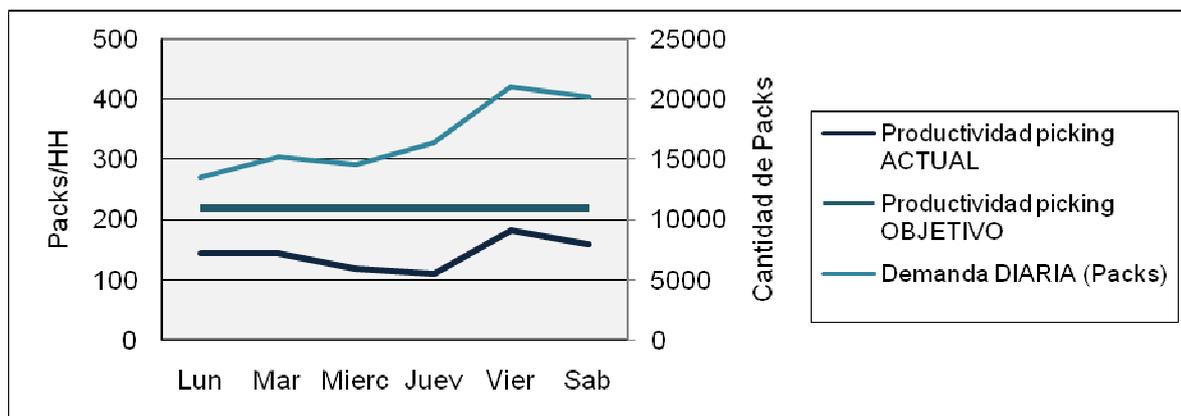


Figura N°19: Gráfico de productividad. Fuente: Consultora Neologistix, (2014-b).

Indicadores del proceso

Productividad promedio actual del *picking*: 110 packs/HH

3.2.3 Expedición de pedidos

La empresa cuenta con un bajo porcentaje de camiones propios (11%), lo que genera una gran dependencia de las decisiones de agentes externos, dueños de los

camiones o el gremio que nuclea a los camioneros, para el desarrollo del proceso de expedición de pedidos.

A continuación se muestra la Tabla N°08, donde se analiza el volumen requerido a despachar y el que puede despachar la flota.

	Despacho Corta distancia	Despacho Larga distancia
Cantidad diaria requerida de pallets a despachar	681	1400
Capacidad promedio de camiones (pallets)	9	22
Cantidad real de camiones	71	65
Porcentaje de recargas máximo permitido	15%	0
Capacidad diaria de pallets a despachar de la flota	735	1430

Tabla N°08 Análisis capacidad de despacho. Fuente: elaboración propia en base a datos proporcionados por consultora Neologistix (2014-b)

El porcentaje de recargas permitido, o comúnmente denominado segundas vueltas lo define la empresa tomada como referencia y surge de la necesidad de urgencia de entrega de los distintos clientes y restricciones gremiales negociadas por la empresa.

Como se puede observar, si se compara el volumen en pallets requerido para despachar y el que se puede despachar, se concluye que la dimensión de la flota de camiones es acorde al volumen de despacho diario, tanto para el proceso de larga como de corta distancia.

Como se muestra en la Figura N°01, la ubicación de las dársenas de carga se encuentra cercana a la zona de *staging out*, en el área lateral del depósito, que aloja los *pallets* resultantes del proceso de armado de pedidos. Estas dársenas son utilizadas para la expedición de pedidos de corta y larga distancia y para la descarga de los productos a almacenar provenientes de otras embotelladoras.

Se cuenta con otra zona de dársenas con un alero de 10 metros de largo, ubicada en el área superior del depósito, que es utilizada por los camiones que regresan del reparto y donde se descarga de los envases retornables vacíos.

Las dos zonas de dársenas poseen 2160 y 2900 m² asignados y ocupan el 63,6% al aire libre que rodea al depósito (siendo de 7950 m² la dimensión de dicha área). Pero con el inconveniente que las dársenas que se están utilizando en la actualidad no están techadas para la carga y descarga de camiones de corta y larga, obligándose a los empleados con los equipos a trabajar los días de lluvia sin reparo alguno.

3.2.3.1 Ruteo camiones

Actualmente el ruteo de los camiones lo realiza el personal de ventas y el promedio del volumen de carga con la que se envía un camión es muy bajo, generando la necesidad

de recargas, es decir, que un mismo camión cargue dos veces en una jornada. Esto se debe a la falta de aplicación correcta de los criterios de ruteo por parte del personal a la hora del armado de los camiones. Sumándose que estos criterios no son flexibles para garantizar la expedición de un transporte con la máxima carga posible.

Cuando se habla de aplicar correctos criterios de ruteo, significa trabajar con cada pedido asociado a un cliente, con un tamaño fijo y una banda horaria donde debe realizarse la entrega para determinar una ruta factible. Esto es que se realice un recorrido completo que cumpla con todas las ventanas de tiempo y sin exceder la capacidad del camión. Se busca a su vez minimizar la cantidad de viajes necesarios para realizar las entregas que permita tener una flota que no sea excesivamente grande y con vehículos subutilizados, minimizar el tiempo de espera entre entregas consecutivas, la distancia recorrida y maximizar la capacidad utilizada en cada vehículo.

Se observaron ciertas falencias en el proceso actual de ruteo de camiones:

- Para el armado de la carga de los camiones se unifican todos los pedidos de los clientes recibidos por el personal de ventas hasta las 19:00 horas del día anterior y se realiza la asignación de rutas fijas para cada camión. Debido a la influencia del área de ventas, luego del ruteo, se admiten nuevos pedidos impidiendo que el mismo se realice bajo criterios correctos. Generándose así que el proceso de ruteo actual se realice con flexibilidad horaria.
- La empresa no utiliza ningún modelo matemático para el diseño de sus rutas, sino que las arman manualmente basándose en la experiencia del personal a cargo, llamado de ahora en adelante ruteador.
- Las rutas de entrega ya se encuentran definidas, aun cuando los puntos de venta cambien.
- No se ocupan de maximizar el uso de los camiones, sino que se orientan únicamente en efectuar la distribución del máximo número de unidades de venta.
- Se calculó que en promedio un camión de corta distancia transporta 7,2 *pallets* cuando se debería transportar aproximadamente 9 *pallets*/camión. Este indicador muestra que la flota actual de camiones utiliza un porcentaje bajo de carga por cada camión respecto de los valores de Clase mundial > 85% (ver Tabla N°01), transportándose así la misma carga en un mayor número de camiones.

Indicadores del proceso

Porcentaje utilización de camiones cargados de reparto: 0,8. Ver Anexo N°04.

3.2.4 Análisis de flujo de los productos

Un análisis de flujo sirve para auxiliar el diseño de los centros de trabajo. Cada uno de los evaluados anteriormente genera flujos de producto terminado en los distintos sectores del depósito.

Hay flujos que se encuentran directamente relacionados con el proceso de despacho y otros indirectamente relacionados, como el generado por los envases RET vacíos, el de producción hacia el área de almacenaje y el de productos de solo distribución hacia el área de almacenaje.

3.2.4.1 Proceso de despacho de corta distancia

Para el comienzo del análisis de flujo del proceso de corta distancia, se muestra en la Tabla N°09 la tabla de proceso asociada. El tiempo utilizado en dicha tabla es referido a una unidad de equipo u operario que trabaja en cada puesto de trabajo. Cabe destacar lo siguiente:

- hay etapas que se desarrollan en paralelo
- cada centro de trabajo utiliza personal y equipos (autoelevadores y zorras) de forma independiente
- todas las operaciones a partir de la número 3 se realizan cuando el staging out se encuentra listo para su despacho

TABLA DE PROCESO						
Proceso: Despacho de pedidos de corta distancia						Fecha: __/__/__
Método: Actual						
Descripción del proceso	○	➡	□	D	▽	Tiempo (minutos)
1- Asignación orden de pedido a personal de picking	X					1
2- Armado de pallets combinados Picking manual Demora hasta abastecimiento de productos (por faltante) desde almacenaje hasta picking	X			X		40
3- Transporte de pallets combinados al staging out		X				2
4- Control de pallets combinados			X			5
5- Transporte a dársenas de carga		X				
6- Transporte de pallets completos a dársenas de carga		X				5
7- Control de carga			X			10
8- Carga de camiones	X					2

Tabla N°09: Tabla de proceso, despacho de pedidos de corta distancia. Fuente: elaboración propia en base a datos suministrados por Consultora Neologistix (2014-c)

En la Figura N°20 se puede observar el diagrama de flujo asociado a la tabla de proceso del despacho de pedidos de corta distancia. De esta manera se puede graficar el recorrido actual que tiene el producto antes de ser despachado.

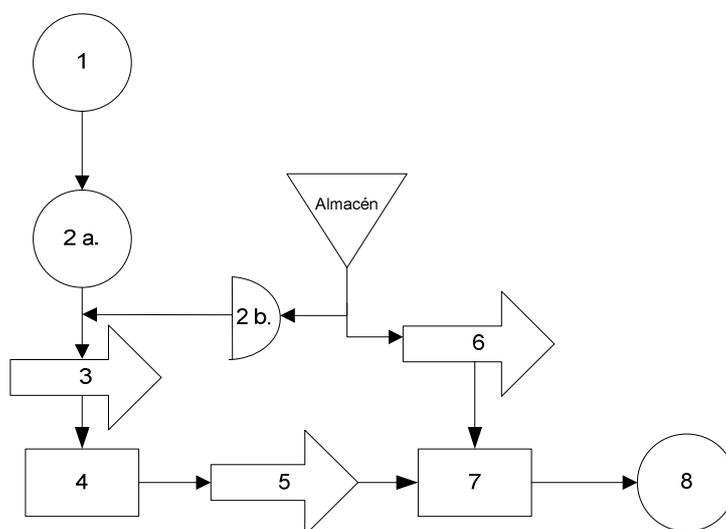


Figura N°20: Gráfica de flujo del proceso de despacho de corta distancia. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, los flujos pertenecientes al proceso de despacho de corta distancia tienen continuidad y dependencia entre sí, siendo generados por el movimiento de productos entre:

- almacenaje a carga de camiones (Almacenaje A),
- almacenaje a *picking manual* (Almacenaje B),
- *picking manual* a staging out,
- *staging out* a carga de camiones,

Esta continuidad y dependencia hace que la frecuencia de los centros de trabajo esté directamente relacionada con la velocidad propia del proceso y de la estación anterior.

En la actualidad el turno de trabajo nocturno, que realiza el proceso de despacho de corta distancia, consta de 10 horas de trabajo más un promedio de 2 horas extras, resultando una jornada laboral de 12 horas, compuesta por 11 horas de trabajo netas más 1 hora de descanso (de 20:00 a 8:00).

Como se detalla en la Tabla N°08, el volumen diario a despachar en el proceso de corta distancia asciende a 681 pallets, los cuales 264 pallets son completos y los restantes 417 en pallets combinados (armados en el área de picking).

Relacionando el volumen de despacho con la cantidad de horas netas de trabajo y la capacidad de los recursos empleados en cada etapa del proceso se calcula la velocidad de proceso requerida para despachar dicho volumen y la velocidad de proceso real que posee la empresa en la actualidad, para luego comparar y ver el estado de las mismas:

Velocidad de proceso requerida = Volumen diario a procesar [pallets] / horas de trabajo netas [h]

Velocidad de proceso real = Cantidad de recursos x Velocidad de cada recurso [pallets/h][packs/h]

En la Tabla N°10 se observa la evaluación de los flujos y la velocidad del proceso asociada a cada centro de trabajo.

	Volumen diario a procesar	Velocidad de proceso requerida	Recursos			Velocidad de cada recurso	Velocidad de proceso real
			Cantidad de equipos/personal	Capacidad	Tiempo de traslado		
Almacenaje A	264 pallets	24 pallets/h	1 autoelevador simple uña 1 autoelevador doble uña	1 pallet 2 pallets	7 minutos 8 minutos	8,5 pallets/h 15 pallets/h	23,57 pallets/h
Almacenaje B	200 pallets ⁸	18,18 pallets/h	2 autoelevadores simples	1 pallet	6 minutos	10 pallet/h	20 pallets/h
Picking Manual	31844 packs (417 pallets)	2895 packs/h (38 pallets/h)	26 pickeros (12 fijos y 14 temporarios)			110 packs/h	2860 packs/h (37,45 pallets/h)
Staging Out	417 pallets	38 packs/h	3 autoelevadores simples uña			32 pallets/h	96 pallets/h

Tabla N°10: Evaluación de la velocidad del proceso. Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Consultora Neologistix (2014-c)

Contrastando la velocidad del proceso requerido (en función de los pallets necesarios a despachar y las horas trabajadas) con la velocidad del proceso de cada centro de trabajo, se puede apreciar que la velocidad del proceso del picking manual se encuentra en el límite de lo necesario para dar cumplimiento a la demanda de *pallets* combinados. Para cumplir con dicha demanda, se utilizan horas extras y un gran volumen de personal temporario, comparado con los demás centros pertenecientes al depósito.

Por lo que se aprecia que el centro de Picking Manual se encuentra saturado, su velocidad de proceso marca el ritmo del proceso de despacho de corta y por ende el cuello de botella de toda la operación. La velocidad del proceso de Almacenaje A también se encuentra por debajo a la velocidad requerida pero en la actualidad dicha diferencia se compensa con el tiempo ocioso de los recursos del Almacenaje B.

⁸ La cantidad promedio de *pallets* a despachar por la zona de *picking* asciende los 417. Teniendo en cuenta que en dicha área se encuentra asignado un espacio para 245 *pallets* a piso, es necesario reabastecer en promedio 200 *pallets* completos durante el turno noche para dar continuidad al proceso de despacho, actividad analizada como almacenaje B.

Cabe destacar que el hecho de reabastecer la zona de *picking* en el turno nocturno ocasiona que el proceso sea inseguro, ya que genera la permanencia de autoelevadores y personal de *picking* en la misma calle de acceso, además de posibles demoras y cruces del personal, generando así retrasos en el proceso.

Las posiciones vacías que se encuentran al finalizar el turno noche en el área de *picking* son reabastecidas durante el turno tarde, acomodándose los *pallets* y preparándose así la disponibilidad para el comienzo del proceso al día siguiente.

3.2.4.2 Pallets completos a camiones de larga distancia

El proceso de larga distancia se realiza en dársenas exclusivas durante el turno mañana, que consta de 8 horas de trabajo. La velocidad de traslado y carga hacia los camiones es de 29 *pallets*/HH y el caudal del flujo requerido para el cumplimiento de la demanda diaria es de 175 *pallets*/h.

La cantidad de empleados asociada a esta actividad es de 6 conductores de autoelevadores, 3 fijos y 3 temporales.

3.2.4.3 Producción a área de almacenaje

Para el cálculo de la velocidad de los recursos se consideraron los tiempos de identificación del *pallet* al ingresar al depósito y la distancia promedio que se debe recorrer hasta su ubicación en el área de almacenaje, siendo de 2 *pallets* cada 7 minutos para los autoelevadores de doble uña y de 1 *pallet* cada 4 minutos para los de simple uña.

En función del cálculo de producción realizado, el promedio mensual de *pallets* diarios más su coeficiente de seguridad resulta de 2.210 durante las 24 horas del día, generándose un caudal promedio de 92 *pallets*/h.

Intervienen 6 operarios fijos que, mediante autoelevadores, ingresan los *pallets* desde producción al área de almacenaje durante los 3 turnos de trabajo.

3.2.4.4 Productos de solo distribución a área de almacenaje

Estos productos se ingresan al depósito en promedio una vez por semana con un caudal de 98 *pallets*/h, en el turno mañana con una velocidad de 30 *pallets*/HH. La cantidad de empleados asignados para el cumplimiento de esta operación es de 3 conductores de autoelevadores.

3.2.4.5 Envases RET vacíos a planta

El flujo de envases vacíos hacia producción se realiza por personal de dicha área durante el proceso de embotellado. Este flujo se realiza de forma intermitente y solamente cuando es necesario.

3.2.4.6 Resumen

Como se puede observar en la Figura N°21, el acceso de ancho 7,7 metros que comparten el área de picking y el área de *staging out* genera un efecto de embudo, cruces entre los flujos y retrasos en la operación.

Esto mismo sucede en el turno mañana en la Figura N°22, con el flujo de los camiones de larga distancia y el de productos que no se embotellan en la planta y solo se distribuyen, comparten el mismo acceso angosto y tienen que recorrer distancias extensas hasta ser depositados en el área de almacenaje. También se puede apreciar en ambos turnos el cruce del flujo generado por los envases retornables vacíos.

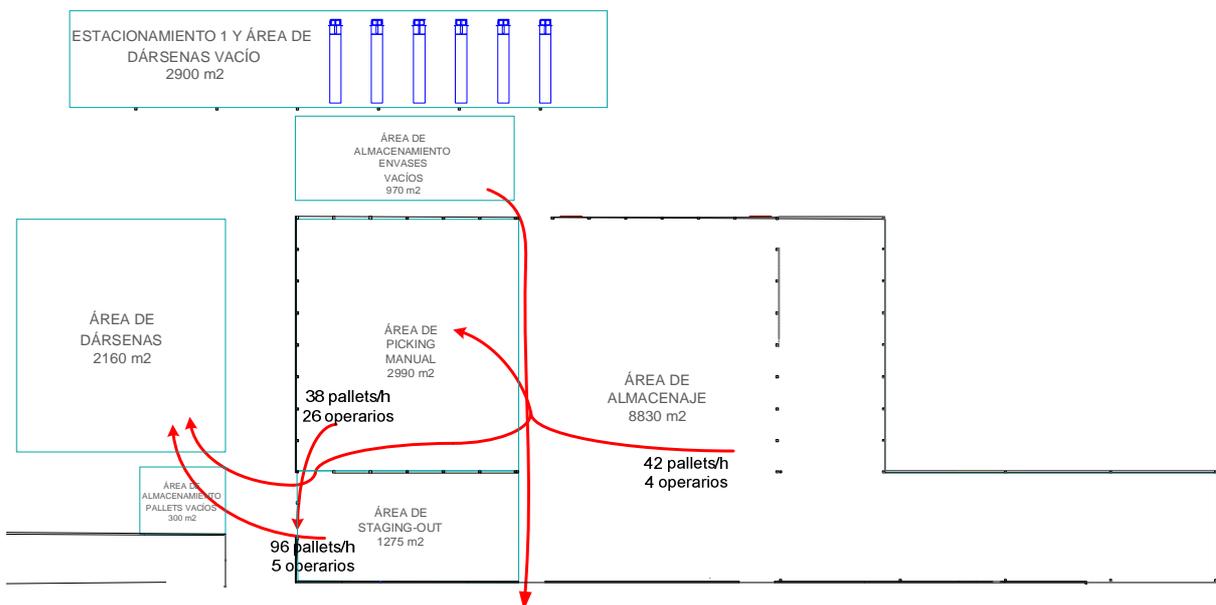


Figura N°21: Recorrido turno noche. Fuente: Elaboración propia en base a planos de depósito tomado como referencia provistos por Consultora Neologistix, (2013-a).

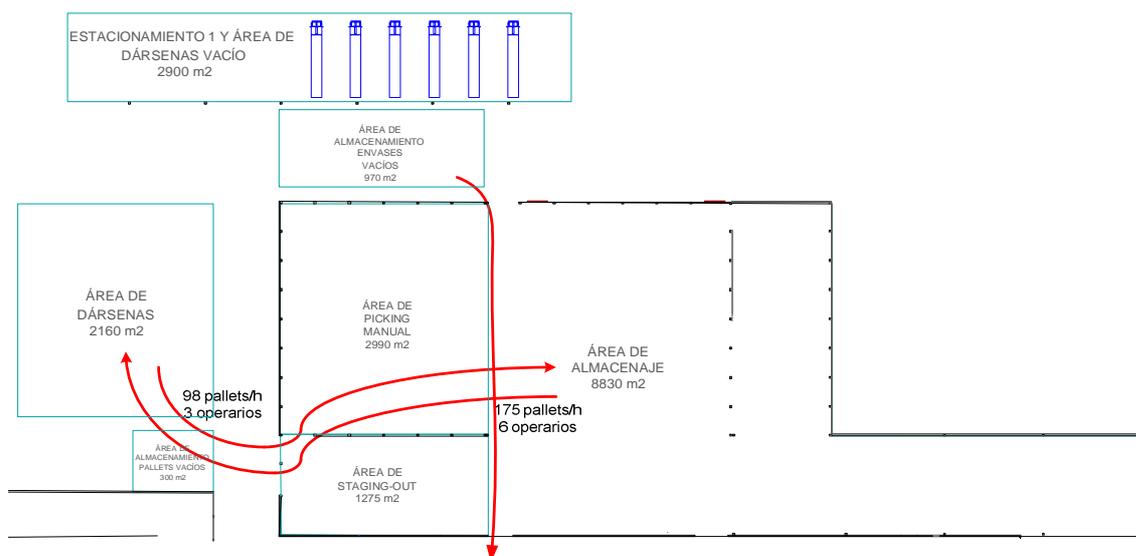


Figura N°22: Recorrido turno mañana. Fuente: Elaboración propia en base a planos de depósito tomado como referencia provistos por Consultora Neologistix (2013-a).

3.3 Diseño, evaluación y selección del lay out de los centros de trabajo pertenecientes al depósito

3.3.1 Consideraciones previas

Existen una serie de consideraciones que se deben tener en cuenta al momento de realizar la distribución en planta de un depósito:

A nivel general,

- Balanceo de cargas de trabajo.
- Determinación del tamaño y disposición de los sectores del depósito.
- Aplicación de buenas prácticas logísticas.

Para cada área de análisis,

- Aprovechar eficientemente el espacio disponible. La organización de la ubicación de los productos en el almacén deberá garantizar el mejor aprovechamiento posible del espacio físico de almacenamiento y la ejecución de las tareas de forma sencilla.
- Tener la máxima flexibilidad para la ubicación de productos. Es indispensable considerar las posibles necesidades de evolución que puedan existir a futuro, para así poder adaptarlo a las nuevas situaciones que puedan surgir.
- Reducir al mínimo la manipulación de materiales.
- Mínimos recorridos del personal. La distribución de los productos en el almacén deberá permitir reducir al máximo los recorridos realizados por los operarios para acceder a los mismos.
- Facilitar los accesos al depósito.
- Conseguir el máximo índice de rotación de los productos.
- Facilitar el control de las cantidades almacenadas.
- Los artículos de mayor movimiento deben ubicarse cerca de la salida para acortar el tiempo de desplazamiento.
- Los artículos pesados y difíciles de transportar deben localizarse de tal forma que minimicen el trabajo que se efectúa al desplazarlos y almacenarlos.
- Los espacios altos deben utilizarse para artículos predominantemente ligeros y protegidos.
- El sistema de ubicación de los productos en el almacén deberá garantizar la máxima seguridad en el depósito, tanto para el personal como para los productos y las instalaciones.

3.3.2 Preparación de pedidos-corta distancia

Se mencionó anteriormente sobre la importancia de este centro de trabajo en el desarrollo del proceso de despacho debido a que es un proceso que requiere una gran cantidad de personal, el 50% es temporal y realizan horas extra, y designada como la actividad más costosa de logística de despacho. (Mikel Mauleón Torres, 2006)

Dicha premisa se corrobora con la estimación de los costos de las actividades que se detallan en la Tabla N°11. Mediante la asignación actual de recursos a cada actividad y la estimación de los costos de la hora hombre de los operarios (HH) y la hora maquina de los equipos (HM) se puede aproximar el costo de procesamiento de productos en una jornada de trabajo (12 horas). Siendo así evidente que el picking manual es la actividad más costosa de las principales actividades que se desarrollan en la logística de despacho. Por ende, resulta el armado de pedidos el foco de análisis para aplicar mejoras.

Actividades	Recursos		Estimación Costo HH (US\$)	Estimación Costo HM (US\$)	Estimación total diaria (US\$)	Pallets a procesar diario	Estimación diaria en US\$/Pallet
	Operarios	Maquinarias					
Almacenaje (acomodar pallets en stock hacia picking y staging out)	9	6	6,5	2,5	882	464	1,90
Picking manual (armado de los pallets para poder realizar el despacho de corta distancia)	29	3	6,5	2,5	2.352	417	5,64
Carga de camión (Cargar los camiones con los pallets completos y los combinados)	5	3	6,5	2,5	480	681	0,70

Tabla N°11: Estimación de costos. Fuente: Creación propia basada en datos suministrados por Cascade Corp y Consultora Neologistix

En la actualidad, existe un avance tecnológico en los equipos utilizados para llevar a cabo el proceso de armado de pedidos. Esta mejora tecnológica genera un nuevo centro de trabajo denominado *layer picker*⁹, más adelante se va a desarrollar en qué consiste y su proceso asociado. Por ello, se plantea la separación física de 2 procesos que en la actualidad son realizados en simultáneo, el armado de *pallets* en capas y el armado de *pallets* en packs o también llamado *picking* manual.

El nivel de servicio que desea ofrecer el área de distribución es que la totalidad de los camiones de reparto estén cargados a las 06:00 y así eliminar las entregas tardías al cliente. Para dar cumplimiento a los despachos demandados, los centros de trabajo deben

⁹ Armado de pedidos en capas

estar dimensionados para un turno normal de trabajo, 9 horas netas más 1 de descanso (20:00 a 06:00). Existe la posibilidad de que se envíen camiones cargados a los puntos de venta de prioridad alta (supermercados y mayoristas) a las 04:00, lo que permitirá hacer recargas y dar cumplimiento con el horario objetivo.

A su vez, se considera necesario la utilización de un nuevo software que permita una fácil interpretación de los pedidos para el personal de *picking*, considere los criterios de armado de pedido (por compatibilidad, apilado y tamaño), entregue órdenes de pedido que permitan un control inmediato de la carga, permita medir la productividad diaria del *picking* y obtener la trazabilidad de los productos.

3.3.2.1 Layer picker

Este nuevo centro de trabajo es creado para añadir flexibilidad y rapidez al armado de pedidos, donde ya no será necesaria la realización del trabajo manual de *pallets* por capas ni se dañarán los productos como consecuencia del traspaso de capas de un *pallet* a otro. (Tygard Claw, 2014)

Inicialmente se aplica un software que analiza las cargas de cada camión (derivadas de las órdenes de pedido y su ruteo previo), donde se determina para cada transporte qué productos tienen el volumen suficiente para constituir una capa y así confeccionar los *pallets* por capas a despachar en cada camión. Es importante aclarar que no todos los *pallets* que contienen capas van directo a la carga del camión, existen algunos que si bien poseen productos que constituyen una capa, el volumen no es suficiente para armar un *pallet* completo por lo que se llevan al centro de *picking* manual para completarlo con packs sueltos. Esto genera una dependencia entre las dos áreas y ayuda a la mejora de tiempos en el proceso de armado de pedidos manual.

Una vez que se determina la cantidad de capas por *pallets* a armar para cada camión, el jefe de depósito hace llegar esta información, contenida en los *pallets ticket* que generó el software, al centro *layer picker* para dar comienzo a la operación.

A continuación, en la Tabla N°12 muestra la tabla de proceso correspondiente al nuevo centro de trabajo propuesto. Corresponde a un equipo de trabajo Tygard y cabe destacar que:

- Las demoras identificadas son generadas por desabastecimiento de productos.
- El paso numero 8 se realiza cuando el *pallet* combinado contiene las capas indicadas en el correspondiente *pallet ticket*.

TABLA DE PROCESO				
Proceso: Layer Picker				Fecha: __/__/__
Método: Propuesto				

Descripción del proceso	○	➔	□	D	▽	Tiempo (minutos)
1- Asignación de órdenes de pedido de pallets en capas (pallets ticket) al operador layer ¹⁰	X					5
2- Identificación y ubicación del equipo en el pallet que se desea cortar en capas		X				0,5
3- Corte de capa superior con equipo	X					0,25
4- Transporte de la capa cortada a un pallet vacío asignado como "pallet destino"		X				0,5
5- Ubicación de capa en pallet destino	X					0,25
6- Demora de abastecimiento de pallets completos faltantes para cortar en capas				X		3
7- Demora de retiro de pallets armados en capas				X		1
8- Transporte pallets en capas a staging out o a zona de picking manual según corresponda (indicadas en las ordenes de pedido)		X				3

Tabla N°12: Tabla de proceso centro Layer Picker. Fuente: elaboración propia en base a datos proporcionados por Consultora Neologistix (2014-c)

El equipo principal que se utiliza para desarrollar este tipo de prestaciones, es decir seccionar pallets en capas, es el *Layer Picker* disponible en tres versiones lateral, frontal y con brazo telescópico (*Tygard*). A continuación se analizan y comparan, en la Tabla N°13, para su selección.

Requerimientos	Tygard	Layer Picker Frontal	Layer Picker Lateral
Capacidad de producción	100 capas/h	80 capas/h	100 capas/h
Radio de giro	No requiere	5 metros	5 metros
Esfuerzo requerido por el operador	Bajo	Alto	Medio
Instalaciones auxiliares requeridas	El equipo necesita una guía y por ende un espacio fijo asignado en el depósito	No requiere de instalaciones auxiliares	No requiere de instalaciones auxiliares
Espacio físico utilizado	Los productos se pueden disponer en dos filas	Los productos se deben ubicar en una sola fila	Los productos se deben ubicar en una sola fila. Esto se puede mejorar si se disponen los productos en dos filas y el operador layer tendrá que salir del centro, rotar el equipo y volver a entrar. Con el inconveniente que genera demoras en el proceso de armado por capas

Tabla N°13: Análisis de equipos layer picker. Fuente: *Cascade Corp, Tygard Claw* y Empresa SAUR.

A continuación, en la Figura N°23 se puede observar la imagen de los distintos modelos de los nuevos equipos para realizar el armado de pedidos en capas.

¹⁰ Operador layer: persona a cargo de la utilización del *Tygard*



Figura N°23: Equipos *Layer Picker*. A la izquierda Brazo telescópico (Tygard), derecha superior Frontal, derecha inferior Lateral

Los criterios prioritarios de selección son la capacidad de producción de cada equipo y el espacio físico a utilizar en el depósito por el centro *layer picker*. Por lo que los equipos más idóneos a utilizar son el *tygard* y el *Layer Picker Lateral*.

Para mantener el diseño del *layer picker* con el mínimo espacio requerido en el depósito, los productos se deben ubicar en dos filas.

El equipo *Layer Picker Lateral*, debido a la imposibilidad de girar su brazo en las dos direcciones, debe salir del centro, rotar y volver a entrar para acceder a los productos ubicados en ambas filas, generando así demoras en el proceso y una velocidad de operación del operador *layer* alta para cumplir con la productividad requerida, por lo que se considera que el equipo *Tygard* es aquel cuyas especificaciones técnicas y de diseño se adecúa de mejor manera al nuevo centro propuesto.

Finalmente, se puede observar en la Figura N°24 que el diseño de este centro de trabajo se dispone en dos filas de frentes de *pallets* completos elegidos mediante un análisis previo y *pallets* vacíos para armar los pedidos por capas. Se requieren de autoelevadores de abastecimiento de *pallets* completos y autoelevadores de retiro de *pallets* ya armados.

Los productos a manipular por este centro de trabajo deben ser aquellos cuyo volumen promedio demandado sea el adecuado para el armado de *pallets* en capas.

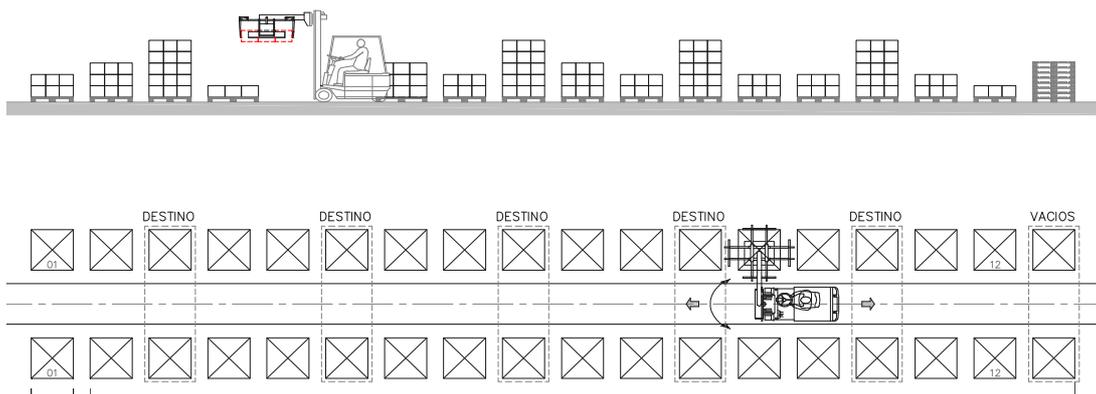


Figura N°24: Centro de trabajo *Layer picker*. Fuente: Consultora Neologistix (2014-c)

La utilización del *layer picker* mejora sustancialmente la productividad, donde el operador *layer* es capaz de alcanzar velocidades de 100 capas/h si se cuenta con los recursos necesarios.

3.3.2.1.1 Selección de productos

Para determinar cuáles son los productos a manipular en este centro de trabajo, se utiliza la demanda del día viernes promedio de cada SKU.

Inicialmente el análisis se realiza para la carga de cada camión. En dicho análisis la demanda se descompone en productos que se cargan en *pallets* completos, en capas y en packs. A continuación, a modo de ejemplo se muestra el análisis realizado para un camión, Tabla N°14.

Camión	Prioridad	Zona	SKU	Tipo	Unidades x pack	Pack x capa	Capas x pallet	Packs x pallet	Volumen en cajas	Cantidad Pallets puro	Cantidad de capas	Cajas picking puro
1016	ALTA	Macrocentro	101	RET	24	10	6	60	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	102	RET	12	10	5	50	9	0	0	9
1016	ALTA	Macrocentro	104	RET	8	10	5	50	0	0	0	0
1016	ALTA	Macrocentro	107	NO RET	12	24	7	168	9	0	0	9
1016	ALTA	Macrocentro	109	RET	15	10	5	50	3	0	0	3
1016	ALTA	Macrocentro	125	RET	8	10	5	50	42	0	4	2
1016	ALTA	Macrocentro	130	RET	8	10	4	40	38	0	3	8
1016	ALTA	Macrocentro	168	NO RET	8	15	5	75	9	0	0	9
1016	ALTA	Macrocentro	170	NO RET	6	24	4	96	10	0	0	10
1016	ALTA	Macrocentro	173	NO RET	6	45	11	495	9	0	0	9
1016	ALTA	Macrocentro	195	NO RET	6	20	5	100	653	6	2	13
1016	ALTA	Macrocentro	201	NO RET	6	15	4	60	35	0	2	5
1016	ALTA	Macrocentro	270	NO RET	6	24	4	96	2	0	0	2
1016	ALTA	Macrocentro	278	NO RET	6	45	11	495	16	0	0	16
1016	ALTA	Macrocentro	611	NO RET	12	24	6	144	4	0	0	4

Mejora de la distribución interna del depósito de una embotelladora de bebidas.

1016	ALTA	Macrocentro	614	RET	8	10	5	50	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	625	RET	8	10	5	50	12	0	1	2
1016	ALTA	Macrocentro	652	NO RET	6	24	5	120	16	0	0	16
1016	ALTA	Macrocentro	655	NO RET	6	20	3	60	16	0	0	16
1016	ALTA	Macrocentro	690	NO RET	6	24	5	120	13	0	0	13
1016	ALTA	Macrocentro	1101	RET	24	10	6	60	0	0	0	0
1016	ALTA	Macrocentro	1102	RET	12	10	5	50	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	1107	NO RET	12	24	6	144	14	0	0	14
1016	ALTA	Macrocentro	1109	RET	15	10	5	50	0	0	0	0
1016	ALTA	Macrocentro	1121	NO RET	6	15	4	60	9	0	0	9
1016	ALTA	Macrocentro	1125	RET	8	10	5	50	3	0	0	3
1016	ALTA	Macrocentro	1158	NO RET	8	21	3	63	2	0	0	2
1016	ALTA	Macrocentro	1173	NO RET	6	45	11	495	3	0	0	3
1016	ALTA	Macrocentro	1195	NO RET	6	20	4	80	15	0	0	15
1016	ALTA	Macrocentro	1501	RET	24	10	6	60	0	0	0	0
1016	ALTA	Macrocentro	2001	RET	24	10	6	60	0	0	0	0
1016	ALTA	Macrocentro	2007	NO RET	12	24	7	168	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	2009	RET	15	10	5	50	0	0	0	0
1016	ALTA	Macrocentro	2025	RET	8	10	5	50	3	0	0	3
1016	ALTA	Macrocentro	2073	NO RET	6	45	11	495	2	0	0	2
1016	ALTA	Macrocentro	2095	NO RET	6	20	3	60	11	0	0	11
1016	ALTA	Macrocentro	2121	NO RET	6	15	4	60	4	0	0	4
1016	ALTA	Macrocentro	2607	NO RET	12	24	6	144	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	2667	NO RET	6	20	5	100	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	2670	NO RET	1	48	3	144	31	0	0	31
1016	ALTA	Macrocentro	2707	NO RET	12	24	6	144	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	2804	NO RET	6	20	4	80	7	0	0	7
1016	ALTA	Macrocentro	3896	NO RET	24	30	6	180	2	0	0	2
1016	ALTA	Macrocentro	3917	NO RET	6	30	5	150	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	4056	NO RET	12	24	6	144	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	4208	NO RET	12	24	6	144	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	4221	NO RET	6	28	4	112	2	0	0	2
1016	ALTA	Macrocentro	4223	NO RET	6	28	4	112	5	0	0	5
1016	ALTA	Macrocentro	4225	NO RET	6	28	4	112	2	0	0	2
1016	ALTA	Macrocentro	4227	NO RET	6	28	4	112	3	0	0	3
1016	ALTA	Macrocentro	4301	NO RET	6	31	8	248	2	0	0	2
1016	ALTA	Macrocentro	4535	RET	8	10	5	50	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	4549	RET	8	10	5	50	7	0	0	7
1016	ALTA	Macrocentro	8695	NO RET	24	10	7	70	1	0	0	1
1016	ALTA	Macrocentro	8702	RET	12	10	5	50	2	0	0	2
1016	ALTA	Macrocentro	8710	RET	12	10	5	50	9	0	0	9
1016	ALTA	Macrocentro	8737	RET	12	10	5	50	1	0	0	1

Tabla N°14: Análisis de productos procesados en pallets completos, en capas y packs sueltos por camión para una jornada laboral promedio viernes mes de diciembre. Fuente: elaboración propia en base a datos provistos por Consultora Neologistix, (2014-a).

Luego se suman los valores de demanda de todos los camiones a despachar, discriminada en los 3 grupos mencionados (pallets completos, en capas y en packs) para el dimensionamiento de los centros de trabajo, poniéndose así en conocimiento qué cantidad de productos debe procesar cada uno en una jornada de trabajo de un viernes promedio del mes de diciembre.

En la Tabla N°15, donde se muestran los productos que suman el 95% del volumen demandado, se realiza un análisis de Pareto de todos los SKU, para determinar qué productos deben encontrarse en el *layer picker*. Debido a la gran variedad de productos, no se cumple la regla 80-20, por lo que se incluye, además de los productos cuyo volumen suman el 80%, aquellos cuya demanda en capas es mayor a dos *pallets*, para que así el grupo de productos de este centro de trabajo sea representativo y realmente mejore la productividad del *picking*.

SKU	Categoría por volumen demandado	Tipo RET/ NO RET	Cantidad de capas por pallets	Porcentaje acumulado del volumen total demandado	Demanda <i>pallets</i> en capas promedio viernes	Demanda capas promedio mensual
125	A	RET	5	16,11%	32,44	162,2
130	A	RET	4	29,20%	26,36	105,44
102	A	RET	5	37,13%	15,96	79,8
201	A	NO RET	5	44,71%	15,25	61,01
2025	B	RET	5	49,14%	8,92	44,61
1125	B	RET	5	53,55%	8,88	44,39
8710	A	RET	5	57,81%	8,59	42,97
195	A	NO RET	5	62,05%	8,52	42,62
2670	A	NO RET	4	65,04%	6,03	18,08
107	A	NO RET	6	68,01%	5,97	41,78
2095	A	NO RET	3	70,96%	5,94	17,82
655	A	NO RET	3	73,74%	5,6	16,8
101	B	RET	5	76,29%	5,14	30,81
170	A	NO RET	4	78,78%	5,02	20,07
1195	A	NO RET	4	81,25%	4,98	19,94
109	B	RET	5	82,94%	3,4	16,98
2804	A	NO RET	4	84,60%	3,34	13,35
168	A	NO RET	5	86,06%	2,94	14,68
1121	A	NO RET	5	87,34%	2,59	10,34
652	A	NO RET	5	88,49%	2,31	11,54
2121	A	NO RET	5	89,37%	1,78	7,12
8737	C	RET	5	90,24%	1,74	8,71
8702	B	RET	5	90,97%	1,49	7,43
1107	A	NO RET	6	91,71%	1,47	8,84
690	B	NO RET	5	92,42%	1,43	7,16
2007	B	NO RET	6	93,07%	1,32	9,24

1102	C	RET	5	93,67%	1,21	6,06
2001	C	RET	5	94,27%	1,2	7,21
2002	C	RET	5	94,70%	0,87	4,33
2667	B	NO RET	5	95,12%	0,85	4,24

Tabla N°15: Análisis del grupo de productos a procesar por el centro *Layer picker*. Fuente: Elaboración propia.

Resultando un grupo de 20 SKUs en el centro de trabajo *layer picker*, con un promedio de 179 *pallets*, traducido en 816 capas, para procesar a lo largo del turno noche.

Por lo tanto, es necesario la adquisición de un equipo *layer picker* (Tygard), ya que con una productividad de 100 capas/h en un turno de trabajo que comienza a las 20:00 horas y debe terminar antes de las 06:00 horas del día siguiente, se cubre la demanda de capas a procesar.

Los valores resultantes de este análisis, es decir, de determinar qué volumen se despacha en *pallets* completos, *layers* y *picking*, son los siguientes, Tabla N°16, siendo el *pallet* la unidad tomada para comparar. Esto significa que se toma el valor equivalente en *pallets* al total de *packs* y capas a despachar de cada producto.

	Pallet puro	Pallets combinados		
		Pallets capas	Pallets Picking	Total
Cantidad a despachar viernes promedio mes diciembre	264	179	238	417
Porcentaje promedio de carga en un camión	39%	43%	57%	61%

Tabla N°16: Resultados generales de análisis de carga en jornada laboral. Fuente: creación propia en base a datos suministrados por consultora Neologistix, (2014-a).

3.3.2.1.2 Modelo de simulación *Layer picker*

Para dimensionar este centro de trabajo, es decir, determinar qué cantidad de producto conviene tener, cantidad de recursos abasteciéndolo y el volumen de capas a procesar se utiliza el ProModel, programa de simulación de procesos industriales que, como se detalla en el marco teórico, consta de 7 componentes principales:

- Localizaciones: cada SKU que forma parte del grupo de productos asignado para el centro de trabajo *layer picker*. Un SKU o *pallet* lleno corresponde a una localización o posición puesta a piso.
- Entidades: son las capas que manipula el *Tygard*, los *pallets* completos desde almacenaje al centro de trabajo y los *pallets* ya armados por el operador *layer* que se llevan a expedición.
- Rutas: recorridos del operador *layer*, de los conductores de autoelevadores desde almacenaje al centro de trabajo, desde el centro de trabajo a expedición. Ver Anexo N°07.
- Recursos: autoelevadores y el *Tygard*.

- Proceso: programación de las tareas que realiza el operador *layer* y los conductores de autoelevadores de abastecimiento y retiro.
- Arribo: orden de pedido de *pallets* en capas.
- Variables: contadores para controlar y administrar el proceso.

Con estos elementos se pretende crear un modelo que permita generar distintos escenarios para mejorar tiempos, la utilización de los recursos y cantidad de productos finales resultantes del proceso.

Este modelo se encuentra condicionado por limitaciones que presenta el software de simulación, estas son:

- 20 localizaciones,
- 8 entidades,
- 8 recursos, y
- 15 variables.

Ante estas limitaciones y aprovechándose que en el proceso de armado de pedidos de corta distancia no se deben mezclar los productos retornables con los no retornables, se divide el modelo en dos sistemas: uno para productos retornable (RET) y otro para no retornable (NoRET) prorrateando el tiempo de simulación en función de la demanda de cada grupo.

El modelo representa de forma abstracta y fiel el proceso de armado de capas:

- Al sistema ingresan órdenes de pedido de *pallets* en capas al operador *layer* con una distribución de probabilidad determinada por la demanda de cada producto (Ver Tabla N°17).
- El operador *layer* arma el *pallet* en capas en las ubicaciones de destino (ver Figura N°24 centro de trabajo *layer picker*), estos son *pallets* vacíos donde se arma el pedido en capas. Este *pallet* puede tener 3, 4 o 5 capas y dos caminos posibles: la zona de *picking* manual para que lo terminen de completar con *packs* sueltos o directo al *staging out*.
- A su vez, existen conductores de autoelevadores que suministran al sistema con *pallets* completos para reabastecer la zona del *layer picker* y para llevarse los *pallets* en capas ya armados por el operador *layer* a las dos zonas finales.

	SKU	Capas ¹¹	Pallets	Distribución de Probabilidad
Producto RET	125	162	32	0,30

¹¹ Cantidad de capas totales a procesar en una jornada de trabajo

	130	105	26	0,24
	102	80	16	0,15
	2025	45	9	0,08
	1125	44	9	0,08
	8710	43	9	0,08
	101	31	5	0,05
	109	17	3	0,03
	Total RET	527	110	1,00
Producto No RET	201	61	15	0,22
	195	43	9	0,12
	2670	18	6	0,09
	107	42	6	0,09
	2095	18	6	0,09
	655	17	6	0,08
	170	20	5	0,07
	1195	20	5	0,07
	2804	13	3	0,05
	168	15	3	0,04
	1121	10	3	0,04
	652	12	2	0,03
	Total No RET entero	288	69	1,00
Total Final entero	815	179	1,00	
Tiempo de simulación (horas)¹²	10			
Tiempo simulación prorrateado RET (pallets RET/pallets totales)	61%	6,1 horas		
Tiempo simulación prorrateado No RET (pallets No RET/pallets totales)	39%	3,9 horas		

Tabla N°17: Prorrateo tiempos de simulación y distribución de probabilidad de cada producto. Fuente: creación propia en base a datos obtenidos por Consultora Neologistix (2014-b)

Es importante aclarar que el modelo mencionado se describe de forma general. Sin embargo, en la programación se tuvo en cuenta otros parámetros como la velocidad de los autoelevadores (10 km/h), la productividad real del operador *layer* (100 capas/hora, dato suministrado por la Consultora Neologistix, 2014-b y Cascade Corp, 2014), el tiempo de manipulación de capas y *pallets* llenos, la cantidad de autoelevadores, inicialmente se utilizaron 2, uno para el abastecimiento y el otro para el retiro, y en función de los resultados de la simulación se fueron variando hasta alcanzar el objetivo (procesar la cantidad de capas demandadas un viernes promedio del mes de diciembre), y por último las distancias del área de almacenaje, *staging out* y *picking* manual a la zona del *layer picker* para que, junto a la velocidad de los autoelevadores, se pueda calcular el tiempo de recorrido.

¹² Inicialmente se considera jornada laboral completa.

Para determinar las distancias que deben recorrer los autoelevadores de abastecimiento y como aún no se encuentra definida la disposición final del área de almacenaje, se toma la distancia promedio entre las únicas dos posibilidades de ubicación que posee dicha zona debido a la necesidad de cercanía a producción. Esto mismo sucede con el área de *staging out*, donde también se toma una distancia promedio entre las posibles ubicaciones de dicha zona ya que debe estar en cercanía a las dársenas. Debido a que existe una dependencia directa entre el *layer picker* y el área de *picking* manual es necesario que estén una al lado de la otra para que no se generen retrocesos.

En la Figura N°25 se muestran las posibles ubicaciones del área de almacenaje y *staging out* que se tuvieron en cuenta para el cálculo de las distancias de recorrido.

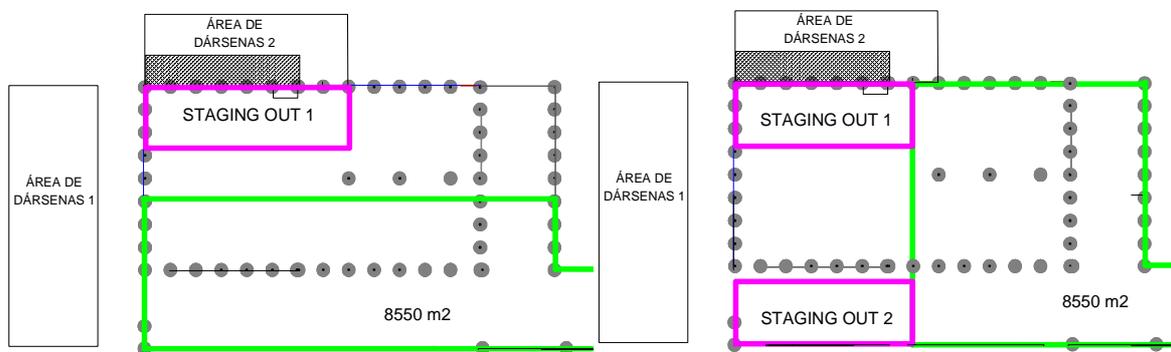


Figura N°25: Posibles ubicaciones del área de almacenaje y staging out. Fuente: Elaboración propia.

Una vez programado el modelo de simulación se procede a crear distintos escenarios, en búsqueda de aquel cuyos recursos y tiempos asignados pueda cumplir con el procesamiento de los 179 *pallets* en capas en un turno de 10 horas.

En el primer escenario planteado para los dos modelos de simulación, uno correspondiente a los 12 SKU no retornables y el otro a los 8 SKU retornables, se procesan las capas correspondientes de cada grupo sin una ubicación determinada, donde se dispone de dos autoelevadores tanto para el retiro como para el abastecimiento y tres ubicaciones de destino donde se colocan las capas para el armado de los *pallets* combinados.

A continuación, se describe la metodología utilizada para la creación de los distintos escenarios y en la Figura N°26 se puede observar el diagrama de decisión que se aplica:

- Se determina la cantidad de ubicaciones de destino más conveniente, es decir, que sea suficiente para crear un proceso fluido sin esperas y cuyas distancias a recorrer por el *Tygard* no sean muy grandes.
- Se ordenan las ubicaciones de los frentes de cada SKU.
- Se define la cantidad de autoelevadores a utilizar en el proceso.
- Se incrementa la cantidad de frentes de aquellos productos que generen mejoras en el procesamiento de capas (los de mayor volumen que tienen una

alta frecuencia de reposición y aquellos cuyo consumo es tal que duplicando un frente se elimina la necesidad de reposición). Si al aumentar la cantidad de frentes de un determinado SKU, y por ende reducción en la necesidad de reposición y esperas, se observa mejoras en el modelo, se continúa con ese escenario.

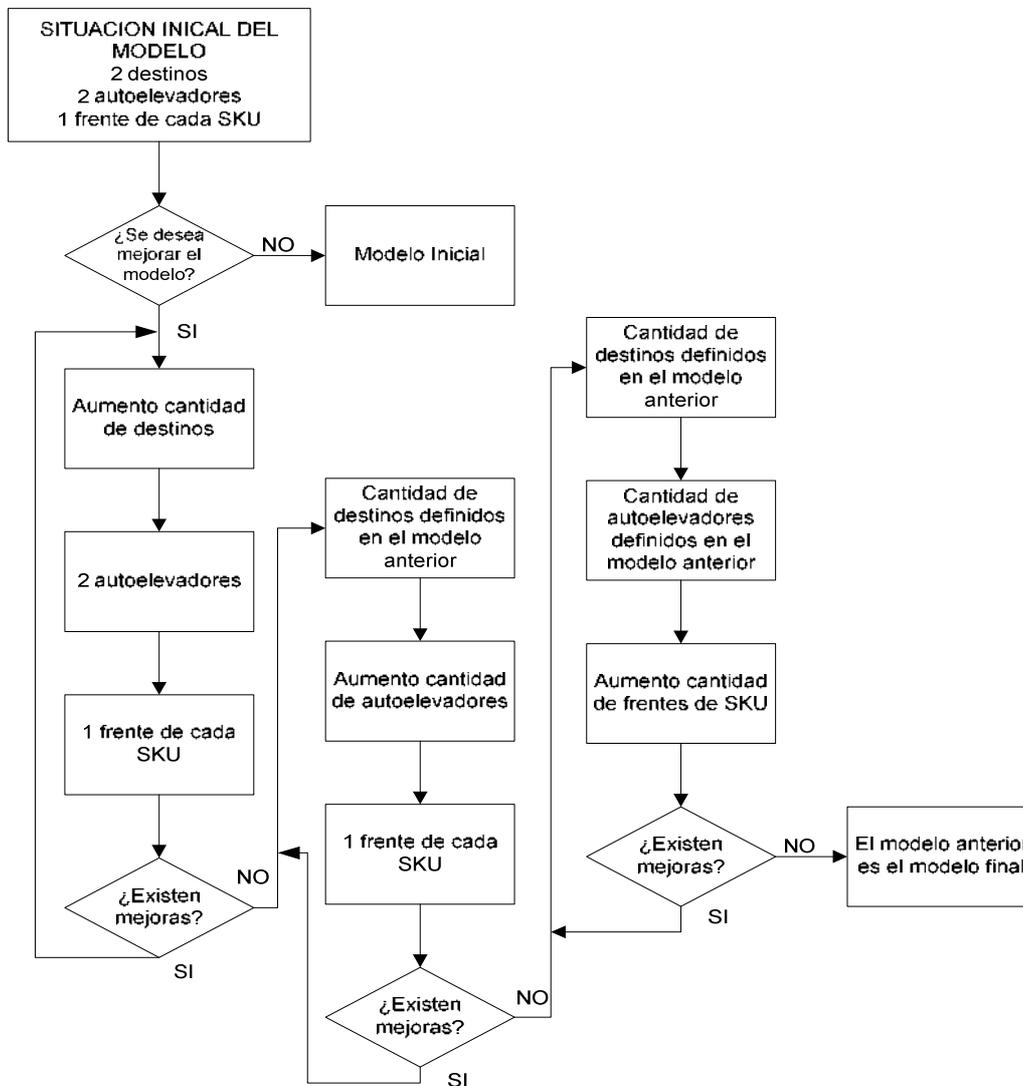


Figura N°26: Diagrama de decisión para la creación de escenarios. Fuente: creación propia.

Con esta metodología se persigue el cumplimiento del volumen en capas demandado el viernes promedio del mes de diciembre.

Las Tablas N°18 y N°19 contienen los resultados de los escenarios planteados para el dimensionamiento de este centro de trabajo.

RET	Escenarios					Capas	Cantidad de frentes	% Utilización de recursos				Velocidad layer picker (mpm)	Productividad (capas/h)
	Nº	Frentes agregados	Frentes ordenados	Cantidad destinos	Cantidad autoelevadores			Layer picker	Abastecimiento	Retiro	Abastecimiento 1		
	1	0	No	2	2	288	8	46,6	0	59,8	100	17	101
Mes: diciembre	2	0	No	3	3	505	8	81,2	97,5	96,7	99,2	30	102
Datos analizados:	3	0	Si	3	3	505	8	80,9	99,7	97	100	18,5	102
Viernes promedio	4	0	No	4	3	494	8	78,8	100	99,9	100	40	100
Volumen capas: 529	5	1x125	Si	3	3	513	9	82,7	99,2	98,6	97,2	22,5	101
Tiempo simulación: 6.1h	6	1x125 1x130	Si	3	3	515	10	82,7	97,2	98,2	95,5	23	102
Productividad del modelo: 101(capas/h)	7	1x125 2x130	Si	3	3	525	11	84,2	96,6	98,1	96,7	25	101
	8	1x125 2x130 1x109	Si	3	3	528	12	85,4	96,8	98,5	96,3	25	101

Tabla Nº18: Escenarios del modelo de simulación retornables. Fuente: Elaboración propia.

NO RET	Escenarios					Capas	Cantidad de frentes	% Utilización de recursos				Velocidad layer picker (mpm)	Productividad (capas/h)
	Nº	Frentes agregados	Frentes ordenados	Cantidad destinos	Cantidad autoelevadores			Layer picker	Abastecimiento	Retiro	Abastecimiento 1		
	1	0	No	2	2	174	12	44,4	-	73	100	26	101
Mes: diciembre	2	0	No	3	3	271	12	72	100	99,6	99,8	33	101
Datos analizados:	3	0	Si	3	3	281	12	70,5	99,4	99,8	100	29	102
Viernes promedio	4	1x201	Si	3	3	282	13	70,2	98,3	99,2	100	30	102
Volumen capas: 288	5	1x201 1x652	Si	3	3	283	14	71,1	100	99,8	100	28	103
Tiempo simulación: 3,9h	6	1x201 1x652 1x1121	Si	3	3	284	15	72	100	98,9	99,7	30	101
Productividad del modelo: 102 (capas/h)	7	1x201 1x652 1x1121 1x195	Si	3	3	286	16	72,3	99,9	99,8	99,6	32	101
	8	1x201 1x652 1x1121 1x195 1x168	Si	3	3	288	17	72,1	98,3	99,8	100	32	103

Tabla Nº19: Escenarios del modelo de simulación no retornables. Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con la metodología utilizada para la creación de escenarios, los escenarios RET 8 y NO RET 8 son los mejores escenarios. Éstos cumplen con el volumen demandado en un turno de 10 horas de trabajo pero no contemplan la hora de descanso del personal y sus recursos están completamente saturados y desbalanceados, es decir la utilización del *Tygard* es menor a comparación del porcentaje de utilización de los autoelevadores, concluyéndose entonces que los mejores escenarios del modelo de simulación no son admisibles.

Para solucionar estos inconvenientes se plantea la posibilidad de la utilización de un *staging* de acercamiento. La función de esta zona dentro del depósito es contener en un lugar más cercano los productos que forman parte del grupo del *layer picker*. Lográndose disminuir los tiempos de recorrido de los autoelevadores de abastecimiento, reduciéndose en el modelo de simulación a la mitad, ya que de esta manera se contempla la cercanía de los productos al *layer picker* y la posibilidad de que para algunos productos se requiera abastecerlos desde el área de almacenaje.

En la Tabla N°20 se muestran los resultados de la simulación con la implementación del *staging* de acercamiento.

Escenario Staging de acercamiento	Tiempo (hora)	Capas	% Utilización de recursos				Velocidad layer picker (mpm)	Productividad (capas/h)
			Layer picker	Abastecimiento	Retiro	Abastecimiento 1		
RET Escenario 8	5,65	532	81,8	75,8	78,6	64,7	25	101
NO RET Escenario 8	3,35	291	73,8	88,2	95,8	89,5	31	100
Resultados Consolidados para jornada laboral	9	823	78,8	80,4	85,0	73,9	27,2	100,6

Tabla N°20: Escenarios con *staging* de acercamiento. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el modelo de simulación cumple con la cantidad demandada de *pallets* en capas, contempla descanso del personal y los recursos no se encuentran saturados ni desbalanceados, considerándose entonces un modelo admisible para este centro de trabajo.

Para el dimensionamiento del *staging* de acercamiento se utilizan resultados arrojados por la simulación, a través de variables contadores de los *pallets* completos de aquellos SKUs que se abastecen desde el área de almacenaje al centro de trabajo *layer picker*. Se muestra en la Tabla N°21 la cantidad de *pallets* completos que se abastecen desde el área de almacenaje al *layer picker* para los dos tipos de envases.

No Retornables- escenario 8		
SKU	Pallets	Posiciones
201	14	7
195	10	5
2670	3	2
107	10	5
2095	4	2
655	5	3
170	5	3
1195	3	2
2804	5	3
168	3	2
1121	2	1
652	3	2
Total	67	37

Retornables- escenario 8		
SKU	Pallets	Posiciones
125	31	11
130	20	7
102	15	5
2025	7	3
1125	11	4
8710	9	3
101	6	2
109	2	1
Total	101	36

Tabla N°21: *Pallets* completos desde área de almacenaje a *layer picker*. Fuente: Elaboración propia en base a resultados de simulación.

Es importante aclarar que la confección del *staging* de acercamiento se debe realizar durante el turno tarde para que los *pallets* completos requeridos por el *Tygard* se encuentren disponible durante el turno noche.

Teniendo en cuenta lo expresado se presenta el diseño de la zona de *layer picker*, Figura N°27.

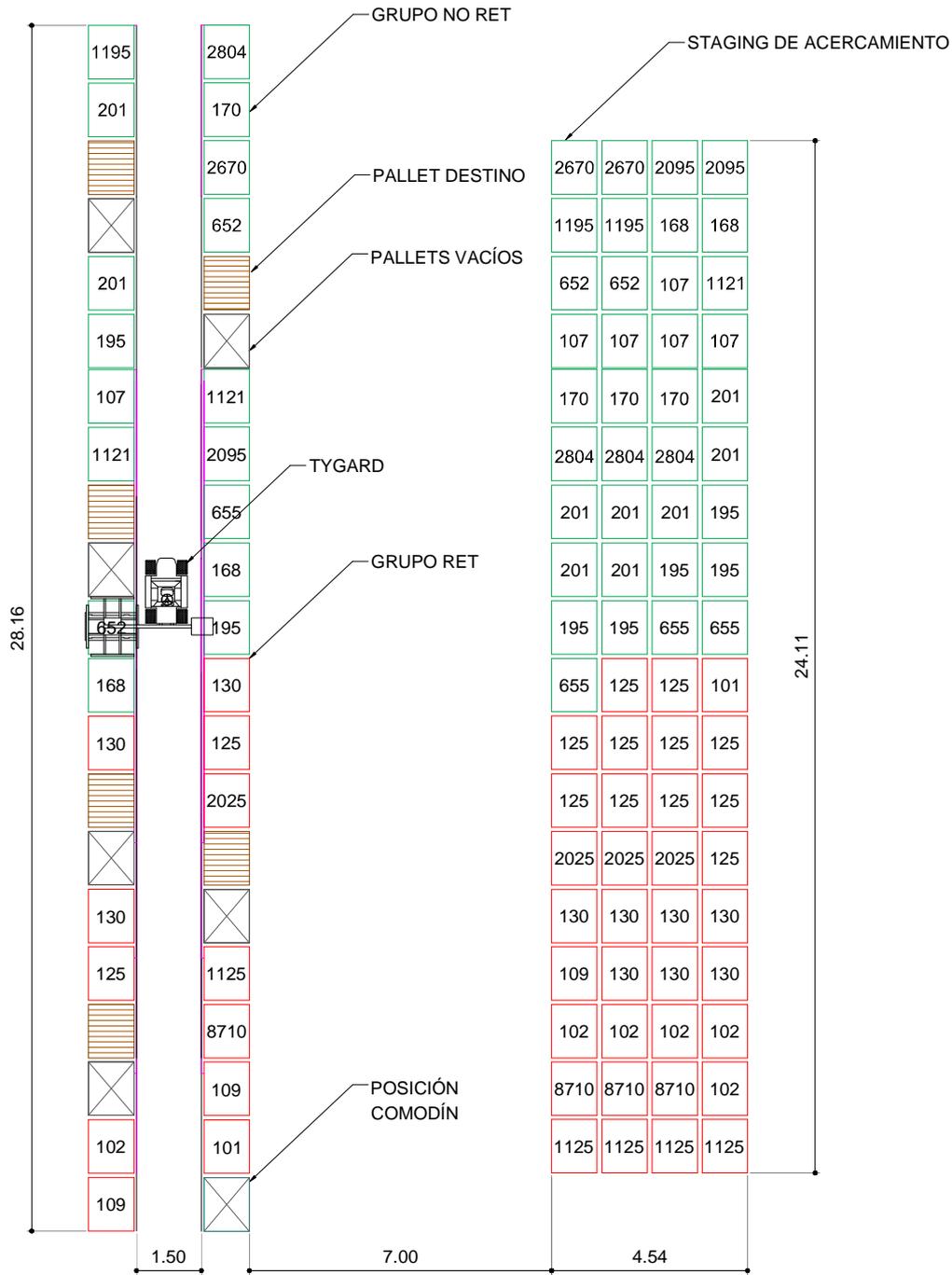


Figura N°27: Lay out layer picker. Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.2 Picking manual

3.3.2.2.1 Proceso

Como se menciona en el análisis de situación inicial, las órdenes de pedido que se le entregan a los pickeros consisten en un listado de productos a despachar desde dicha zona. Cada lista representa la carga de un camión y es realizada por un solo operario durante la jornada laboral. Esto genera retrasos en el proceso debido a que los operarios no tienen identificada la división de los *pallets* y comienzan el armado de los mismos

respetando sólo en algunos casos los criterios de armado (ver sección 3.1.1.3 Proceso de armado de pedidos de distribución de corta distancia).

Por lo tanto, el primer punto de mejora en el proceso de *picking* manual son las órdenes de pedido que se entrega al personal de *picking*. Se plantea entonces la necesidad de implementación de un software específico de armado de *pallets* que emita órdenes de preparación de *pallets*, según criterios de estibado (envase retornable o no retornable), tipo (tamaño personal o familiar) y compatibilidad (bebidas con o sin alcohol) que posee la empresa. A dicha orden se la denomina *pallet ticket*, ver Figura N°28. Este software es un programa de gestión de depósitos que permite automatizar la preparación de pedidos a través de dispositivos móviles con lector de códigos de barra incorporado (Setup Informática, 2014).

Especificaciones:

- Preparación de pedidos
- Recepción de pedidos
- Emisión de *pallet ticket*
- Lectura de códigos de barras para ubicaciones y productos

Por lo tanto, es necesario que los productos estén dispuestos en el área de *picking* con los mismos criterios que utiliza el software en su agrupación al emitir el *pallet ticket*.

Como cada orden representa uno de los *pallets* combinados de un camión, se debe modificar la metodología de trabajo anterior donde un pickero se encarga de armar todo un camión y se la reemplaza por otra donde todos los *pallets ticket* de una misma carga son repartidos a cada uno de los operarios. Esto disminuye el tiempo de armado de los pedidos y mejora la productividad del *picking* manual ya que permite despachar más rápido la carga de un camión. De esta manera, todos los *pickeros* arman de a un *pallet* para el mismo camión y se evitan choques y zonas congestionadas al no existir en un mismo sector muchos *pickeros* (van a estar distribuidos en distintos sectores de trabajo). También se logra un balanceo de personal, una especialización de trabajo (a cada *pickero* le corresponde un sector), se crea un proceso prolijo y se mejora la supervisión de las tareas, lográndose también que se disminuyan los retrocesos.

Para mantener la seguridad del proceso, se debe evitar los cruces ente los autoelevadores y el personal a pie, por lo que se debe minimizar la reposición de los *pallets* completos durante el armado de los *pallets* combinados. También es conveniente que las rutas de acceso de los autoelevadores y los *pickeros* sean distintas, asignando pasillos exclusivos en cada caso y de ser posible las reposiciones necesarias sean realizadas en tiempos de poco volumen de personal (por ejemplo, en las horas de descanso).

La implementación de tecnologías en despacho, como la utilización de *racks* de *picking* (selectivos, dinámicos o penetrables), permite una mejora importante del proceso, ya que estas tres formas de almacenaje transitorio admiten la disponibilidad de un mayor volumen de productos en la zona de preparación de pedidos, disminuyendo las reposiciones y los tiempos de espera de los *pallets* completos necesarios para el armado de los *pallets* por *packs*.

Es importante que las tareas abastecimiento y preparación de la zona de *picking* manual sean realizadas en turnos anteriores. De esta forma no solamente se mantiene la seguridad de los operarios, sino que también se logra mejorar el tiempo del proceso al tener la disponibilidad de los productos necesarios y evitar los cruces y retrocesos.

Definición de pallet de picking						
Destino: 10 - DEPOSITO			BASIS: 10L00248886			
Flete: 1027						
Carga: 1027A						
Transacción: 780387			Pallet ID: 340521			
						
SKU	Descripción	Almacén	Cantidad	Unidad	Grupo	
159	COLA PET 500 X12	PIK	4,00	PK	225500	
1161	NA SPL PET500 X12	PIK	10,00	PK	225500	
2059	PRITE PET 500 X12	PIK	14,00	PK	225500	
259	LIGHT PET 500 X12	PIK	1,00	PK	225500	
3261	QLiv limónada x 500	PIK	1,00	PK	225500	
2959	C/GAS PREM 500 X12	PIK	4,00	PK	225500	
3568	PERA 500X6 SG	PIK	14,00	PK	225500	
3562	POMELO 500X6 SG	PIK	12,00	PK	225500	
3566	MANZANA 500X6 SG	PIK	14,00	PK	225500	
3570	Uva 500	PIK	2,00	CJ	225500	
3572	Nar. 500 x 6	PIK	2,00	PK	225500	
1901	POWER MOUNTAIN BLASTX6	PIK	2,00	PK	225500	
1951	Power Frutas Tropicales x 500	PIK	2,00	CJ	225500	
Orden: 1		Pallet ID: 340521				

Figura N°28: Ejemplo *pallet ticket*. Fuente: Consultora Neologistix, (2014-c).

Como se puede observar en la Figura N°28, el *pallet ticket* contiene un código de barras con información acerca de la hora de armado y expedición del *pallet*, facilitándose así el proceso de control de carga y medición de la productividad del proceso.

3.3.2.2.2 Distribución física

Para el diseño de la distribución física del centro de picking manual se tiene en cuenta la estructura de los racks a utilizar, volumen de producto a procesar y criterio de armado de pedidos.

Dado a que el *picking* manual es un proceso de selección de productos y requiere que todos se encuentren siempre disponibles para lograr una mejora en los tiempos de armado y disminuir el flujo de abastecimiento, se analizan 3 alternativas tecnológicas: racks dinámicos, estáticos y penetrables. Si bien existen combinaciones y variantes de estas

tecnologías, no se consideran aplicables debido al bajo volumen diario con el que se trabaja, la gran cantidad de SKU que posee la empresa y el tipo de proceso.

A continuación se determina cuál de estas tecnologías se ajusta de mejor manera al proceso de *picking* manual:

La utilización de racks dinámicos tiene la ventaja de disminuir a cero la utilización de autoelevadores de reposición durante el proceso de armado de pedidos, lográndose así que no existan cruces entre autoelevadores y pickeros. La instalación de estas estanterías con rodillos requiere de un aumento de la superficie a utilizar debido a su estructura y un costo de mantenimiento elevado. Si bien los *pallets* se abastecen de forma automática, no se justifica su utilización ya que el volumen de cada SKU que se requiere es muy bajo, no superando los 6 *pallets* en la mayoría de los casos. Por lo tanto, una estructura tan compleja que es utilizada en general para manipular grandes volúmenes de un mismo producto no es recomendada.

Los racks penetrables tienen el mismo funcionamiento que los dinámicos, con la gravedad de que se requiere de un uso intensivo de autoelevadores en la misma zona de trabajo que los pickeros para movilizar los *pallets* dentro de estas estanterías, aumentándose así la inseguridad en el proceso de armado de pedidos.

Por último, se analiza los racks estáticos. Esta tecnología proporciona una distribución selectiva, permitiendo la disponibilidad continua de la gran cantidad de SKU que forman parte del proceso. Si bien, cada frente de estantería admite un volumen máximo de 3 *pallets* en altura de un mismo producto, no supone un inconveniente ya que se ajusta con el bajo volumen requerido de cada SKU. La única desventaja que posee este tipo de rack es que cuando se termina la disponibilidad del producto del nivel inferior se requiere que un autoelevador baje un *pallet* completo del nivel superior de la estantería a piso. Esta situación peligrosa entre los autoelevadores y los pickeros se soluciona creando calles exclusivas para autoelevadores entre las estanterías que permitan la reposición de los *pallets* en el frente opuesto a los utilizados por los pickeros.

3.3.2.2.3 Especificaciones Racks estáticos

Se concluye que la elección de los racks estáticos es la más conveniente a la hora de ser implementada en el proceso de *picking* manual.

El nivel de altura necesario para estas estanterías es de 3 pisos, debido a la limitación de altura que posee el depósito. Su estructura debe permitir la carga y descarga de los *pallets* tanto desde el frente como de la parte posterior de las estanterías. Esto es necesario debido a que el proceso de *picking* se realiza a nivel del piso, por lo que en el caso de acabarse el *pallet*, es necesario que un conductor de autoelevador, por detrás de la

estantería, baje el *pallet* que se encuentra en los niveles superiores de los racks y lo ubique a nivel del piso para que el *pickero* pueda continuar con su tarea.

El ancho de los pasillos destinados a los autoelevadores debe ser como mínimo de 5 metros, debido al radio de giro de los mismo, mientras el destinado para el desarrollo del trabajo de los *pickeros* debe ser de por lo menos 7 metros ya que utilizan zorras hidráulicas que deben estar estacionadas mientras se realiza la preparación del *pallet* combinado.

Como la manipulación de los *pallets* se realiza por el lado más ancho (1.200 mm) el frente de la estantería, con capacidad de ubicar un *pallet* a piso y dos en altura, debe tener un diseño acorde a esta especificación. (Mecalux, 2014)

Es importante aclarar que la estructura de los racks debe ser resistente al peso de la carga a manipular y contar con todas las contenciones y elementos de protección requeridos, garantizándose así la seguridad del área.

En función de la cantidad de posiciones resultantes, se determina la longitud de cada módulo de estanterías, evaluando la necesidad de pasillos transversales a las mismas para mejorar el flujo de salida.

3.3.2.2.4 Cálculo de frentes

Para el cálculo de frentes se parte de asignar como mínimo un frente de ataque por cada SKU, luego se analiza el volumen demandado para determinar cuáles son los SKU que requieren más de un frente.

Aquellos SKU que consumen en promedio más de 3 *pallets*, deben contar con la cantidad de frentes necesarios para que no se reabastezcan desde el área de almacenamiento más 2 veces durante el turno de *picking* y así no generar demoras en el armado de pedido. Del cálculo surge que para mantener a mínimo la cantidad de frentes y el reabastecimiento se considera adecuado que además de ubicar los 3 *pallets* en las estanterías se debe disponer a piso uno más, delante del frente asignado para cada producto. Ver Figura N°29.

A modo de ejemplo en la Tabla N°22 se muestra el cálculo de frentes asignados para el centro *picking* manual.

SKU	Categoría	Demanda pallets picking promedio viernes	Posiciones requeridas	Posiciones mejoradas considerando reposición	Frentes asignados finales	Cantidad reposiciones
2095	A	9,32	3,11	2,44	3	1
201	A	9,05	3,02	2,35	3	1
655	A	8,82	2,94	2,27	2	3
130	A	8,78	2,93	2,26	2	3

2670	A	7,50	2,50	1,83	2	2
125	A	7,36	2,45	1,79	2	2
1195	A	7,32	2,44	1,77	2	2
102	A	7,28	2,43	1,76	2	2
170	A	6,62	2,21	1,54	2	1
2121	A	6,47	2,16	1,49	2	1
109	B	6,41	2,14	1,47	2	1
2804	A	6,23	2,08	1,41	2	1
195	A	5,64	1,88	1,21	1	3
1121	A	5,47	1,82	1,16	1	3
2025	B	5,46	1,82	1,15	1	3
8710	A	5,42	1,81	1,14	1	3
1125	B	5,36	1,79	1,12	1	3
107	A	5,06	1,69	1,02	1	3
1107	A	5,02	1,67	1,01	1	3
8702	B	5,02	1,67	1,01	1	3

Tabla N°22: Ejemplo cálculo de frentes racks estáticos. Fuente elaboración propia.

Del análisis se determina que se requieren 175 frentes y 24 reabastecimientos desde almacenaje al área de *picking*. De los cuales 161 son frentes asignados para cada SKU y 12 frentes se repiten para cumplir con el volumen de demanda (Ver Anexo N°06). Esta cantidad de frentes asignados contiene todo el volumen demandado y es menor a la que en el presente se encuentra en el área de *picking* manual ocupada por 245 *pallets* a piso, disminuyéndose también el volumen de reabastecimiento de 200 *pallets* a 24.

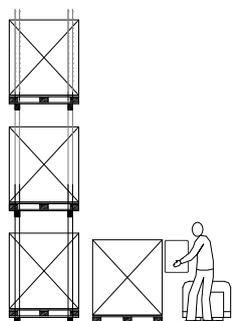


Figura N°29: Ejemplo disposición *pallets* en racks estáticos. Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por Consultora Neologistix, (2014-b).

3.3.2.2.5 Celdas de pickeo

Si bien se calculó la cantidad de frentes que debe contener el área de *picking* manual, en función de la cantidad de SKU que embotella y distribuye la empresa y de su volumen demandado, existe la posibilidad de disminuir la cantidad de frentes, para disminuir el área de pickeo y las distancias a recorrer. Una de las maneras de minimizar la cantidad de posiciones de estanterías selectivas resultantes, es a través de la utilización de celdas de pickeo. Estas consisten en distribuir en pequeñas superficies una cantidad determinada de *pallets* a piso con un pasillo de acceso, para que el operario pueda extraer los packs de

todos los productos que se encuentran en dicha celda. El diseño de la misma se puede observar en Figura N°30.

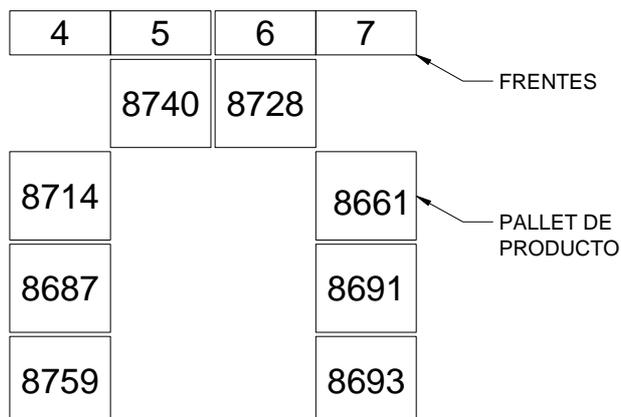


Figura N°30: Ejemplo celdas de pickeo. Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.2.6 Disposición final de SKUs

Es necesaria la agrupación y sectorización de la zona de *picking*. Esto significa que los productos se agrupan y ubican en sectores fijos con el objetivo de facilitar el cumplimiento de criterios de armado de pallets picking definidos previamente:

- no debe mezclar en un mismo *pallet* productos retornables y no retornables,
- los productos de mayor tamaño los debe depositar en las capas inferiores del *pallet*, esto es, el producto más pesado va abajo y el más liviano arriba,
- la cerveza no se mezcla con los productos sin alcohol y, por último,
- los productos de menor rotación se ubican en la capa superior del *pallet*.

En la Tabla N°23 se detalla la agrupación por envase, tamaño y tipo de bebida con el objetivo que ayuden a lograr un correcto armado de pedidos en el área de picking manual.

Debido a que en las estanterías se deben encontrar todos los productos que despacha la empresa, se los asigna en grupos determinados por el tipo de envase y su tamaño.

Grupo	Descripción
A	SA NoRet-Chico
B	SA NoRet-Mediano
C	SA NoRet-Grande
D	SA NoRet-Especial
E	SA VNR-Chico
F	SA Can
G	SA Ret Vidrio-Chico
H	SA Ret Vidrio-Mediano
I	SA RePET-Grande
J	SA Tetrabrik-Chico
K	CA Ret-Mediano
L	CA NoRet-Chico

CA: Con alcohol
 SA: Sin alcohol
 Chico <1 litro
 Mediano >1 litro<2 litros
 Especial > 5 litros
 VNR: Vidrio No Ret
 Can: Lata
 NoRet-Grande >2 litros

M	CA NoRet-Especial
N	CA Can
O	CA NoRet-Mediano

Tabla N°23: Agrupación de SKU. Fuente: Elaboración propia.

Una vez calculada la cantidad de frentes necesarios para cada uno de los grupos, se determina qué cantidad de módulos de estanterías son necesarios, en qué sector de la zona de *picking* deben ubicarse cada grupo, cuáles deben ser dispuestos en celdas de pickeo y cuantos pasillos se requieren.

Para designar la ubicación de cada grupo en un sector determinado del área de *picking* se debe tener presente que los productos de mayor peso tienen que ser dispuestos en las capas inferiores del *pallet* combinado y que los *pallets* RET se arman independiente de los NoRET. Por ello, es necesario evaluar la dirección del flujo de salida para asegurarse que a medida que el *pickero* avanza por los pasillos, cuente con productos que le permitan respetar los criterios de armado y evitar retrocesos en sus movimientos.

Por lo expresado, se asignan celdas de pickeo a grupos de producto chico y a los especiales de menor volumen demandado ya que deben ir en las capas superiores del *pallet* a armar (excepto en el caso que un *pallet* combinado esté compuesto en su totalidad por estos productos). Es conveniente ubicar estos grupos en las celdas que se encuentran al final de la zona de preparación de pedidos.

Los grupos asignados para la celda de pickeo son el D, E, F, J, L, M, N, O y suman un total de 61 *pallets* donde inicialmente se los debe ubicar en 52 frentes de estanterías. De esta manera, la cantidad de frentes de *racks* pasan de 175 a 123, utilizándose el sistema de mejor manera, ya que sólo los productos de mayor volumen se encuentran dispuestos en ella, y así se genera una zona de *picking* consolidada con una disposición más sencilla que facilita la operación de preparación de pedidos.

Por otro lado, los grupos A, B y C comparten la característica de ser bebidas sin alcohol en envases no retornables, que suman un total de 63 frentes, por lo que es necesario que se encuentren en un mismo pasillo. Como ya se mencionó, la ubicación en el plano horizontal es en función al peso de los productos, por lo que primero se ubican los del grupo C (productos grandes), luego los del grupo B (productos medianos) y por último cerca de la salida, los del grupo A (productos chicos).

Analizando los productos que componen el grupo A, B y C, hay cierta cantidad que no utilizan la totalidad de sus frentes asignados, por lo que dejan una disponibilidad de ubicar 56 *pallets* en las estanterías superiores (valor que surge de restar a la capacidad de frentes de estanterías el consumo de cada SKU). Estas ubicaciones disponibles se pueden utilizar para aquellos productos cuya demanda es superior y es necesario realizar reabastecimientos, que suman un total de 11 *pallets*, opción que se considera válida de

implementar debido a la cercanía de los productos. El resto de las 45 ubicaciones disponibles contienen productos pertenecientes al mismo grupo contemplándose así posibles variaciones diarias en la demanda.

En la Figura N°31 se muestra un ejemplo una zona del grupo No Retornable a modo de aclarar la asignación de ubicaciones en las estanterías selectivas. Las ubicaciones con sombreado gris inicialmente se encuentran libres ya que estos frentes pertenecen a productos de demandas menores a 3 *pallets*. Por lo tanto son utilizados en parte para contener *pallets*, que originalmente deben reabastecerse desde área de almacenaje, de productos de mayor demanda.

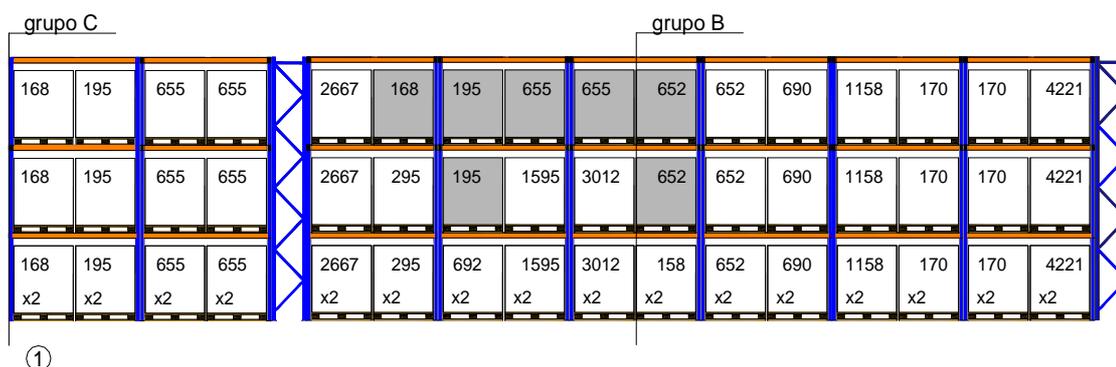


Figura N°31: Ejemplo de asignación de frentes- vista perfil. Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con el mismo análisis para los grupos G, H e I que comparten la característica de ser productos sin alcohol en envases retornables, suman un total de 44 frentes y deben ser dispuestos en un mismo pasillo y bajo el mismo criterio que el grupo anterior, ubicándose primero los del grupo H (medianos vidrio), luego los del grupo I (grandes retornables PET) y por último, más cerca de la salida, los del grupo G (chicos vidrio).

En este caso, también existen productos que no utilizan la totalidad de sus ubicaciones en los niveles superiores de las estanterías, dejando lugar para colocar 46 *pallets* donde se disponen los 8 que deben reabastecerse y el resto con productos pertenecientes al mismo grupo, contemplándose así posibles variaciones diarias en la demanda.

Finalmente, el grupo K, bebidas alcohólicas en envases retornables, suma un total de 16 frentes. Por el tipo de envase que posee y la cantidad de frentes, se disponen a continuación del grupo G. Aprovechando las ubicaciones en altura que aún quedan disponible en ese pasillo, se dispondrán ahí 5 *pallets* que deben ser reabastecidos para el grupo K.

Con todas estas medidas se logra reducir la cantidad de frentes de estanterías selectivas a 123 y suprimir la totalidad de los reabastecimientos provenientes del área de almacenaje durante el proceso de *picking* en el turno noche, disminuyéndose los tiempos de

espera. El abastecimiento de las estanterías, desde el área de almacenaje al área de *picking*, se debe realizar durante el turno tarde para poder completar los *pallets* de SKU despachados durante el turno noche.

Se muestra el diseño de la zona de *picking* manual en la Figura N°32.

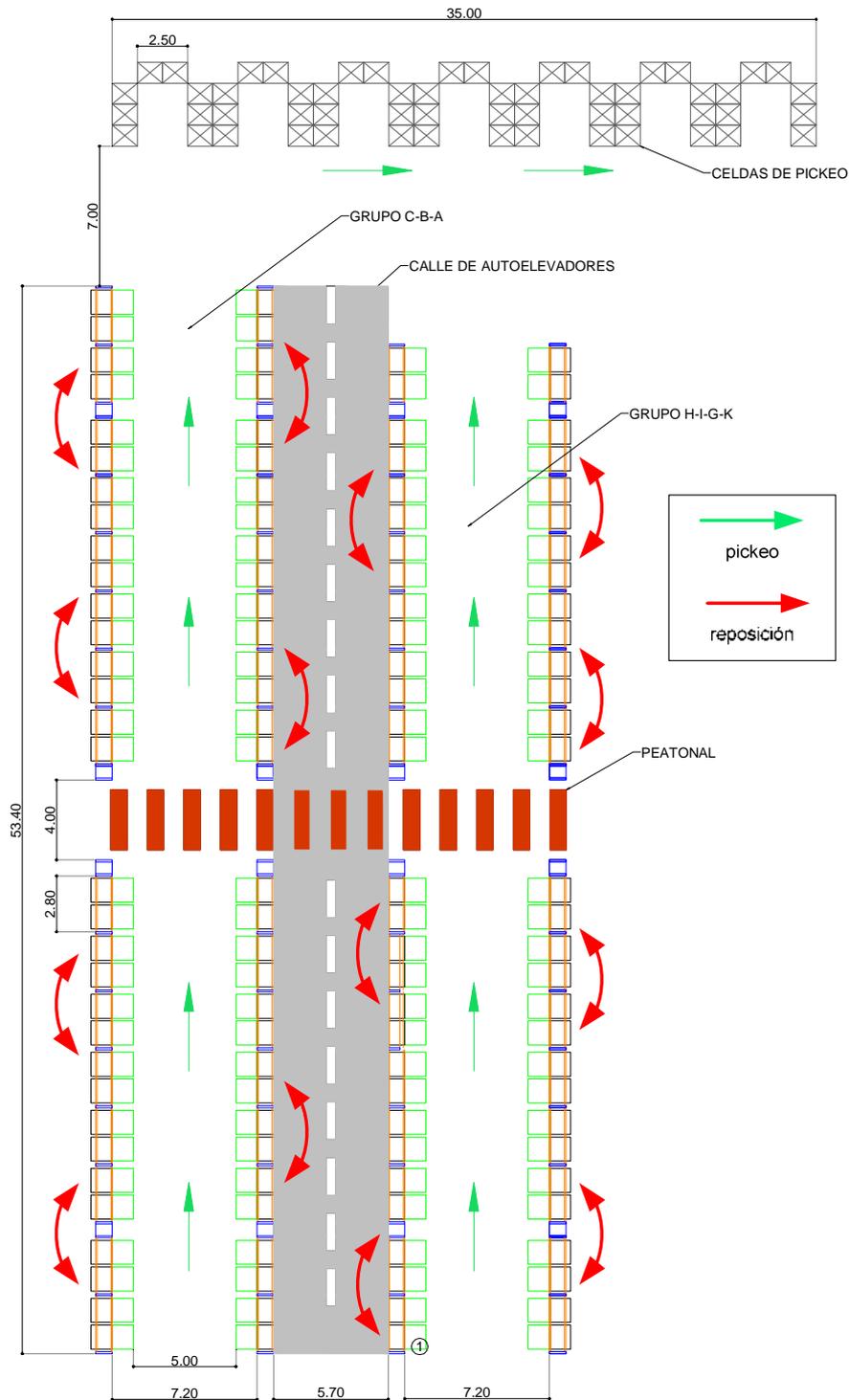


Figura N°32: Lay out zona de *picking*- plano. Fuente: Elaboración propia.

Es importante aclarar que el *lay out* presentado determina la dimensión real que debe tener este centro de trabajo pero no su disposición u orientación final, ya que ésta depende directamente de la ubicación del *staging out* y las dársenas.

En el Anexo N°08 se puede observar el plano con la ubicación específica de cada SKU en las estanterías selectivas.

3.3.2.3 Nuevos indicadores del proceso

El *lay out* de *picking* es diseñado con el objetivo de mejorar aquellos indicadores logísticos de este centro cuyo valor se puede calcular en la etapa de diseño. Se busca minimizar las distancias de los viajes que deben hacer los *pickeros* y evitar retrocesos y flujos cruzados, y cumplir los criterios que tiene la empresa en el armado de pedidos.

La productividad de la preparación de pedidos antes de las mejoras propuestas era de 110 packs/hora.

Como este centro de trabajo está conformado por el *layer picker* y el *picking* manual, la nueva productividad resulta de la productividad ponderada de estas dos áreas de trabajo.

El volumen demandado se redistribuye en éstos dos centros de preparación de pedidos, por lo que de los 31.844 packs (417 *pallets*), se deben procesar 18.061 en *picking* manual y 13.783 en el centro *layer picker*.

Para la productividad del *picking* manual una de las mejoras, directamente relacionada con la cantidad de packs por hora que se procesan en este centro, es la eliminación de las demoras por abastecimiento. Si bien existen mejoras sustanciales en cuanto al orden y la seguridad del proceso, éstas no afectan a dicha productividad.

El valor mejorado del *picking* manual es de 118 packs/HH. Dicho valor surge de restarle a la cantidad de horas del proceso: $18.061 \text{ packs} / (110 \text{ packs/HH}) = 164$ horas, las 11,4 horas ganadas de reposición de los *pallets* completos en el área de *picking* manual. De esta manera, con una productividad de 118 packs/HH, en un turno de trabajo de 10 horas (9 horas netas más 1 hora de descanso) la cantidad de operarios requeridos es 17 ($18.061 \text{ packs} / (118 \text{ packs/HH} * 9 \text{ horas})$).

El centro de trabajo *layer picker*, procesa 1.531 packs/h (13783 packs/9horas), requiere de 3 conductores de autoelevadores y un operador *layer* trabajando 9 horas, por lo que la productividad es: $(1.531 \text{ packs/h}) / 4 \text{ operarios} = 382,86 \text{ packs/HH}$. Por lo tanto, la productividad final del *picking* es:

$383,86\text{packs}/\text{HH} * (13.783\text{packsLP}^{13}/31.844\text{packsT}^{14}) + 118\text{packs}/\text{HH} * (18.061\text{packsPM}^{15}/31.844\text{packsT}) = 232,64 \text{ packs}/\text{HH}$, valor que se encuentra dentro del rango de productividad objetivo (entre 200 y 300 packs/HH).

Se muestra en la Tabla N°24 los indicadores actuales comparados con los resultantes de la mejora de este centro.

Indicadores logísticos de picking	Actuales	Estimados de mejora
Productividad de <i>picking</i>	110,00 packs/HH	232,64 packs/HH
Personal temporal	53,8%	29,4% ¹⁶
Horas extra por día	52	0

Tabla N°24: Comparación de indicadores. Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Dimensionamiento de *Staging out*

Cuando el personal de *picking* ha finalizado el armado de *pallets* combinados (procesados en *picking* manual o en el centro *layer picker*) lo transportan con zorras y/o autoelevadores al *staging out*, es decir, a la zona de consolidación de pedidos ya armados.

Para el dimensionado del área se necesita datos arrojados por la simulación del *layer picker* y la creación de un nuevo modelo de simulación que refleje la operatoria que se realiza en el *staging out*.

3.3.3.1 Datos de entrada

En el *layer picker* se procesan 179 *pallets*, que equivalen a 817 capas (529 corresponden a productos retornables y 288 a no retornables).

Según las simulaciones hechas en un turno de trabajo de de dicho centro se horas, procesan 145 *pallets* RET en 5,65 horas, de los cuales 78 *pallets* van directo a *picking* manual y 67 *pallets* van al *staging out*. Para los productos NoRET se procesan 103 *pallets* en 3,35 horas, de los cuales 62 *pallets* van a *picking* manual y 42 *pallets* directo al *staging out*.

Por lo tanto, se procesan 140 *pallets* en capas que van al centro de trabajo *picking* manual y 109 *pallets* al *staging out* durante las 9 horas de trabajo del turno noche. Resulta entonces en promedio 15,55 *pallets*/h hacia *picking* manual para terminar de ser completados y 12,1 *pallets*/h hacia el *staging out*.

¹³Packs LP: packs procesados por el puesto Layer Picker.

¹⁴Packs T: packs totales a procesar para el armado de pallets combinados.

¹⁵Packs PM: packs procesados por el puesto Picking Manual.

¹⁶ Son necesarios 17 operarios, 12 fijos + 5 temporales. Porcentaje de personal temporal= 5 ope. temporales/ 17 ope. necesarios= 29,4%

De los 140 *pallets* que ingresan desde el *layer picker* al área de *picking* manual en promedio se encuentran a la mitad, por lo que se tiene que completar la otra mitad de forma manual.

Por lo tanto, el volumen total que tiene que procesar el centro de *picking* manual de *pallets* en capas provistos por el *layer picker* es equivalente a 70 *pallets* llenos (140/2) de los 238 que inicialmente debe procesar para cumplir con la demanda. Quedando 168 *pallets* llenos de *picking* puro a procesar que junto con los 140 *pallets* provenientes del *layer picker*, suman un total de 308 *pallets* de salida de este centro.

Con estos resultados, se afirma que el flujo desde *picking* manual a *staging out* en un turno de 10 horas (9 horas de trabajo más 1 hora de descanso) es: $(168 \text{ pallets} + 140 \text{ pallets})/9 \text{ horas} = 34,22 \text{ pallets/h}$.

Sumando los dos flujos promedios, 12,1 *pallets/h* desde *layer picker* a *staging out* y 34,22 *pallets/h* desde *picking* manual a *staging out*, resulta que a este último centro ingresan 46,33 *pallets/h* en promedio durante 9 horas, dando un total de 417 *pallets* combinados, demanda a cumplir en un turno de trabajo del día viernes del mes de diciembre.

Los *pallets* completos se trasladan directo al camión de reparto.

3.3.3.2 Modelo de simulación

Para realizar esta simulación también se utiliza el programa ProModel. Para su uso se detallan los componentes principales del modelo planteado:

- Localizaciones: representan los módulos del *staging out* y las dársenas de carga para los camiones. Se entiende por módulo al espacio físico destinado a ubicar los *pallets* combinados correspondientes a la carga de un camión.
- Entidades: son los *pallets* combinados y completos que se deben cargar, provenientes desde la zona de *picking* y almacenamiento respectivamente.
- Rutas: recorridos de los recursos, desde almacenaje y los módulos hacia las dársenas.
- Recursos: autoelevadores y camiones.
- Proceso: programación de las tareas que realiza el personal para la carga de los camiones.
- Arribo: *pallets* combinados y completos a despachar, que ingresan al sistema desde *picking* y almacenaje.
- Variables: contadores para controlar y administrar el proceso.

En primer lugar arriban al sistema la totalidad de los *pallets* completos que se deben despachar desde el almacén y, mediante una frecuencia determinada por la

velocidad de preparación de los pedidos (desde *picking* manual y desde el centro *layer picker*), se programa el arribo de a un *pallet* combinado hacia los módulos del *staging out*.

Es importante aclarar que cada camión de corta distancia (camión de reparto) a cargar está compuesto en promedio de un 39% de *pallets* completos y de un 61% de *pallets* combinados.

Como en la preparación de los pedidos se arma de a un camión, se debe llenar el primer módulo para pasar al siguiente. Una vez que el módulo está completo y el camión ya se encuentra en la dársena, se da la orden para que un conductor de autoelevador encargado de esta tarea comience el traslado de los *pallets* combinados que se encuentran en los módulos hacia la dársena para luego cargarlos en el transporte. Al mismo tiempo, se emite la orden para que otro conductor de autoelevador traslade los *pallets* completos, desde almacén a esa misma dársena. Una vez terminada la carga del camión, el conductor de autoelevador continúa con la carga del módulo siguiente, liberándose la dársena y módulo anterior y quedando disponible para seguir recibiendo *pallets* combinados.

Como se realizó para el modelo del *layer picker*, se utilizaron las mismas distancias promedio para los recorridos de los recursos.

Como el arribo de los *pallets* combinados está controlado por la frecuencia de llegada, determinada por la productividad y el caudal de salida mejorado del *picking*, la cantidad de módulos necesarios en el *staging out* está determinada por la existencia de arribos fallidos (aquellos *pallets* combinados que no se pueden ubicar en módulos porque están saturados¹⁷), lo que implica la necesidad de aumentar la cantidad de módulos asignados.

De esta manera, siguiendo con el criterio de arribos fallidos, se crean distintos escenarios para la evaluación de esta estación de trabajo, en los que se varía la cantidad de módulos existentes para que puedan alojar sin esperas los *pallets* combinados provenientes de *picking*.

Por lo tanto, se describe la metodología utilizada para la creación de los distintos escenarios y en la Figura N°33 se puede observar el diagrama de decisión que se aplica.

¹⁷ Los módulos en el modelo de simulación son localizaciones con capacidad finita para contener 5 o 6 *pallets*.

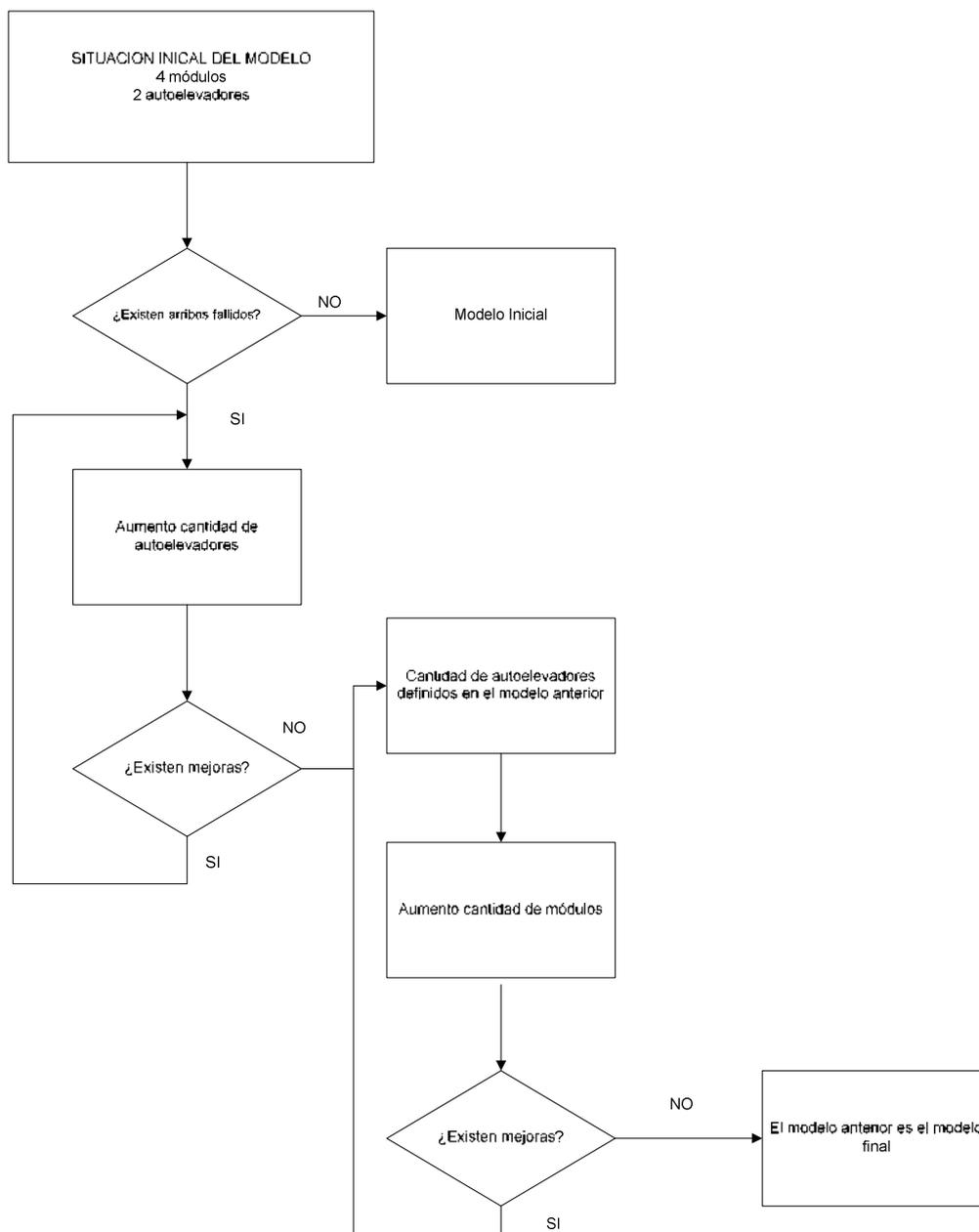


Figura N°33: Diagrama de decisión para la creación de escenarios de staging out. Fuente: creación propia.

En la Tabla N°25 se muestran los resultados obtenidos de los escenarios planeados.

Horas de simulación 9 Cantidad de camiones armar 75	Arribos fallidos	Camiones armados	% utilización autoelevadores
Escenarios:			
4 módulos- 2 autoelevadores	248	23	100
4 módulos- 3 autoelevadores	126	46	100
5 módulos-3 autoelevadores	123	44	100
6 módulos-3 autoelevadores	101	45	100

Tabla N°25: Escenarios *staging out*. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el incremento gradual de los módulos del *staging out* no genera cambios significativos en los valores de arribos fallidos. Se detecta que el traslado de pallets completos desde el almacén a las dársenas genera retrasos en la liberación de los módulos y dársenas y la saturación de los recursos autoelevadores. Para solucionar este problema se decide implementar un *staging* de acercamiento de *pallets* completos y de esta manera disminuir el tiempo de traslado de los mismos hacia las dársenas. La preparación de este *staging* se debe realizar durante el turno tarde.

En la simulación, el tiempo a utilizar para el traslado de los *pallets* completos, pasa de 3 minutos a 1,5. Si bien las distancias son cortas entre el *staging* de acercamiento y las dársenas, existe un porcentaje de productos que no se encuentra en el mismo debido a que su despacho promedio viernes en *pallets* completos es menor a 1 (hay viernes que se despacha este producto y otros no) y deben ir a buscarse al área de almacenaje. Por lo tanto, los productos de mayor rotación son los que se encuentran en el *staging* de acercamiento.

En la Tabla N°26 se muestran los resultados obtenidos de los escenarios planteados con un *staging* de acercamiento de *pallets* completos.

Horas de simulación 9.1 Cantidad de camiones armar 75	Arribos fallidos	Camiones armados	Porcentaje utilización autoelevadores
Escenarios:			
4 módulos-3 autoelevadores con <i>staging</i> de acercamiento completos	0	73	93
5 módulos-3 autoelevadores con <i>staging</i> de acercamiento completos	0	75	90
6 módulos-3 autoelevadores con <i>staging</i> de acercamiento completos	0	73	92

Tabla N°26: Escenarios *staging out* con *staging* de acercamiento de *pallets* completos.
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, para cumplir con los pedidos demandados la cantidad de módulos es de 5, con un *staging* de acercamiento de *pallets* completos.

De esta manera, el caudal del flujo proveniente del *staging out* hacia la carga de los camiones es de 46 *pallets*/h, resultante del despacho de 75 camiones durante 9 horas con un promedio de 5,5 *pallets* combinados. A su vez, el flujo de *staging* de acercamiento directo a camiones es de 29,1 *pallets*/h, ya que cada camión contiene en promedio 3,5 *pallets* completos.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado, se muestra el diseño de la zona de *staging out* con *staging* de acercamiento en las Figuras N°34 y N°35.

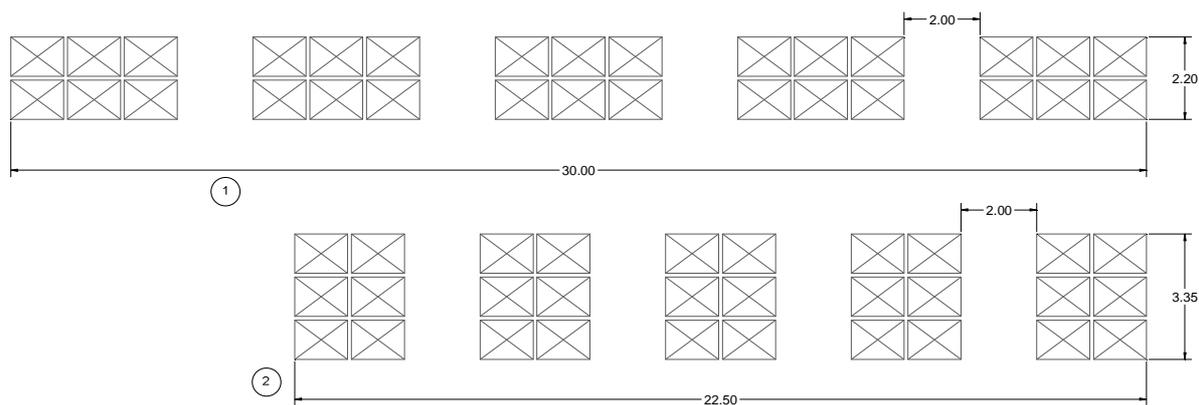


Figura N°34: Posibilidades de *staging out*. Fuente: Elaboración propia.

14.89										
NO RET								RET		
201	2804	655	2095	195	1121	2121	1195	8710	125	130
201	2804	655	2095	195	1121	2121	195	8710	125	130
201	2804	655	2095	195	1121	2121	1195	8710	125	130
201	2804	655	2095	195	1121	2121	1195	8710	125	130
201	201	201	195	195	1121	2121	1195	125	125	130
201	201	201	195	195	1121	2121	1195	125	125	130
201	201	201	195	195	1121	2121	125	125	125	130
201	201	201	201	195	1121	170	125	125	125	130
201	201	201	201	195	195	170	125	125	125	130
201	201	201	201	195	195	170	105	102	130	130
1105	2005	107	2670	173	168	170	105	102	1125	2025

12.60

Figura N°35: Dimensionamiento *staging* de acercamiento. Fuente: Elaboración propia.

3.3.4 Almacenamiento de productos terminados

En esta etapa del trabajo se realiza el dimensionamiento de almacenaje de productos terminados ya que se cuenta con la superficie final asignada de los demás centros de trabajo y, de esta forma, se tiene la cantidad de metros cuadrados disponibles de depósito para dicha área. Para ello, uno de los datos de entrada es el cálculo de stock realizado anteriormente (ver sección 3.2.1.1, área de almacenaje).

La cantidad de metros cuadrados disponibles que posee el área de almacenaje resulta de descontar a los 13.000m² que posee el depósito, el área de los demás centros de trabajo: 430 m² de *layer picker*, 1.900 m² de *picking* manual; 90 m² de *staging out*, 195 m² de *staging* de acercamiento completos; y 118 m² de área de envases vacíos. Además se debe descontar la superficie que será ocupada por pasillos.

Como en esta instancia del diseño no se conoce la cantidad de pasillos ni el largo de los mismos, para el cálculo se estima un porcentaje de ocupación promedio del 35% de su superficie total (porcentaje estimado suministrado por la consultora Neologistix y

MAYERS Ver Anexo N°09). Por lo tanto la superficie neta destinada al almacenaje es: $13.000\text{m}^2 \times 0,65 - (430 + 1.900 + 90 + 195 + 118) \text{ m}^2 = 5717\text{m}^2$ (espacio disponible para almacenar restándole los pasillos).

Se debe evaluar si el espacio disponible es suficiente para almacenar todo el volumen de stock y de no ser así, proponer mejoras tecnológicas para un correcto funcionamiento del sector.

Como ya se mencionó, se deben almacenar más de 11.000 *pallets* traducidos en 4.450 posiciones y 161 productos distintos. Con el nuevo diseño de los centros de trabajo, existe una cantidad de estos *pallets* que ya se encuentran ubicados en dichos sectores, ya sea en los *staging* de acercamiento o en las estanterías de *picking* manual que suman un total de 260 posiciones (264 *pallets* en el *staging* de acercamiento de completos y 417 *pallets* repartidos en los centros de layer picker y *picking* manual). Por lo tanto, la cantidad neta de posiciones requeridas para almacenaje es de 4.190 y se encuentra disponible una superficie de 5.717 m² que puede contener 4011 posiciones, resultante de: $5717 \text{ m}^2 / (1,3\text{m} \times 1,1\text{m})^{18}$.

Debido a este déficit de capacidad de almacenaje (4011 posiciones reales para almacenar versus 4190 posiciones requeridas) se debe realizar un análisis de tecnologías disponibles y posibilidades de ampliación que solucionen esta falta de espacio disponible para almacenaje.

Se analizan los productos según el método ABC, separándose a su vez en retornables y no retornables y en productos embotellados o de sólo distribución. En la Tabla N°27 se muestra los grupos de productos en los que se divide el área de almacenaje con la cantidad de posiciones correspondiente a cada uno.

PRODUCTO	ENVASE	MÉTODO	POSICIONES
Sólo distribución	Retornable	A	76
		B	43
		C	146
	No retornable	C	109
Embotellados	Retornable	A	466
		B	374
		C	294
	No retornable	A	1972 ¹⁹
		B	349
		C	361

Tabla N°27: Grupo de productos en área almacenaje. Fuente: Elaboración propia.

¹⁸ 1,3m*1,1m son dimensiones de un *pallet* estándar con holgura

¹⁹ 1972 cantidad de posiciones calculadas sin mejoras tecnológicas.

Dentro de la tecnología disponible para utilizar en el área de almacenaje se encuentran las estanterías penetrables y dinámicas.

Los racks dinámicos mejoran el flujo de productos y garantizan reposición inmediata, ideal para productos de mayor rotación, asegurando la aplicación del sistema FIFO que utiliza la empresa para despacho. En el caso de los productos No Retornables se mejora su estibado de 2 a 3, por lo que se mejorara la utilización del espacio en altura, que debido a las características de estos productos, sin un sistema de estanterías no se podría aprovechar.

Los racks penetrables si bien mejoran el flujo de productos, a diferencia de los dinámicos, no poseen reposición inmediata, es decir, para mantener un sistema FIFO el conductor de autoelevador debe acomodar los *pallets* de una posición a otra dentro de estas estanterías profundas, lo que genera que el proceso sea muy lento e inseguro para el operario.

Por lo tanto, la tecnología adecuada a utilizar son las dinámicas. Hay que tener en cuenta que la aplicación de la misma tiene un costo elevado (5 veces más que las estanterías estáticas. Fuente: Mecalux, 2014) y alto mantenimiento, por lo que se debe analizar para qué productos es conveniente aplicarla.

El grupo A No Retornable embotellado es el que tiene mayor volumen de stock, elevada rotación y un estibado de 2 *pallets*, por lo que es necesario realizar un análisis sobre la posibilidad de usar dinámicos para ciertos productos pertenecientes a dicho grupo y de esta forma lograr almacenarlos en el espacio disponible, al aumentar su apilado.

Como ya fueron definidos los centros de trabajo de *picking* y *staging out*, propios del proceso de preparación de pedidos de corta distancia, y se utilizaron *staging* de acercamiento para disminuir tiempos de espera entre el área de almacenaje y estos centros, la problemática para dar cumplimiento de la demanda en el turno noche del proceso de despacho de corta fue solucionada.

Por lo tanto, el volumen de productos que se debe almacenar en dinámicos se elige priorizando el proceso de larga distancia. Esto se considera necesario debido a que el proceso de larga está directamente influenciado por este centro, ya que dicho proceso se origina dentro del área de almacenaje.

Por lo que se considera conveniente destinar las mejoras tecnológicas en beneficio del proceso de larga distancia, ya sea eligiendo productos de mayor rotación, como también la ubicación de los mismos cercanos al área de dársenas de los camiones de larga.

Cabe aclarar que si bien la elección de los SKUs se realiza en función de los productos con mayor rotación en el proceso de larga, el volumen a almacenar en las

estanterías dinámicas se hace para la totalidad del stock, para así mantener un orden y simplicidad en las tareas del área de almacenaje.

En la Tabla N°28 se puede observar los productos que integran el grupo A NoRET.

Producto	Porcentaje sobre stock	Pallets stock	Despacho larga en pallets	Posiciones estibado 2	Posiciones estibado 3	Mejora posiciones c/dinámico
201	25%	968,8	155,18	484,40	322,93	161,47
195	16%	621,5	99,55	310,75	207,16	103,59
1195	8%	323,6	51,83	161,79	107,86	53,93
2095	8%	315,7	50,57	157,84	105,23	52,61
655	7%	282,9	45,32	141,47	94,30	47,17
170	5%	212,7	34,07	106,35	70,90	35,45
1121	5%	194,7	31,19	97,35	64,90	32,45
168	4%	174,1	27,88	87,03	58,03	29
2670	4%	173,5	27,79	86,74	57,80	28,94
2121	4%	169,9	27,22	84,96	56,63	28,33
2804	4%	151,5	24,26	75,73	50,50	25,23
107	4%	145,7	23,34	72,85	48,56	24,29
652	3%	112,8	18,06	56,39	37,60	18,79
1107	2%	66,5	10,65	33,24	22,16	11,08
173	1%	26,2	4,20	13,10	8,73	4,37
Total	100%	3940,0	631,11	1970,00	1313,33	656,67

Tabla N°28: Productos grupo A no retornables. Fuente: Elaboración propia

Los productos seleccionados para ser dispuestos en racks dinámicos son el SKU 201 y el SKU 195. Estos dos productos ocupan 795 posiciones (484 y 311 respectivamente), siendo los de mayor rotación, tanto en despacho de corta como de larga distancia. Al ser dispuestos en racks dinámicos, su estibado pasa de 2 pallets a 3, por lo que la cantidad de posiciones a ocupar es de 530 (323 y 207 respectivamente), lo que representa un ahorro de 265 posiciones sobre las 4.190 posiciones requeridas, resultando finalmente 3.925 posiciones necesarias, valor que se encuentra dentro del estimativo de posiciones reales (4.011).

A partir de estos valores, se realiza la designación de frentes de estanterías para ambos productos teniendo en cuenta la profundidad mínima admitida en la misma. Por lo tanto, se tiene en cuenta que el ancho de las filas del frente de la estantería dinámica es de 1.38 metros, mientras que la medida promedio en profundidad es de 1,35 metros. (Mecalux, 2014).

En primera instancia, la cantidad de frentes serán 20, 8 para el SKU 195 y 12 para el SKU 201, con una profundidad para 27 *pallets*. En la Figura N°36 se puede observar la vista aérea del modelo de las estanterías dinámicas con sus dimensiones.

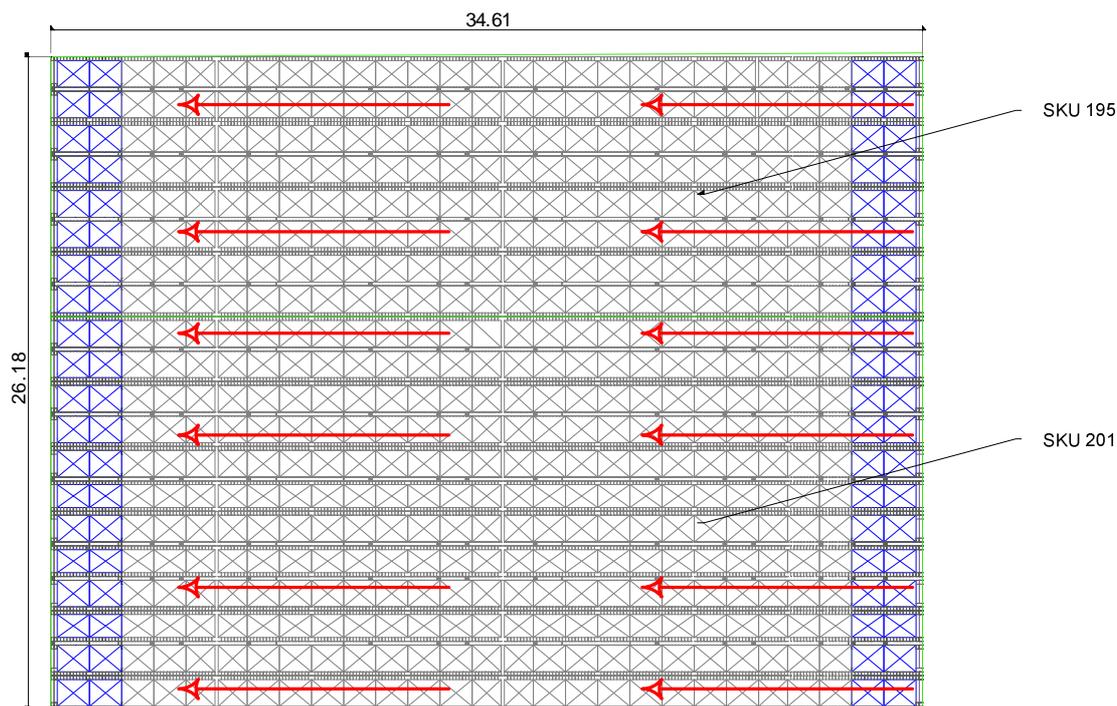


Figura N°36: Distribución de estanterías dinámicas requeridas. Fuente: Elaboración propia.

Cabe aclarar que los productos que no se almacenan en estas estanterías, se disponen sobre la superficie del depósito con su correspondiente estibado. Dicha disposición se diseñará más adelante, junto con la designación del *lay out* final, ya que si bien en este análisis se garantiza la disponibilidad de espacio para el almacenaje de todos los productos, la ubicación de cada grupo de productos depende de la ubicación final de los demás centros de trabajo en el depósito.

3.3.5 Expedición de pedidos

El proceso de expedición de pedidos depende directamente de la realización de actividades de los demás centros de trabajo y su conexión física se encuentra en la zona de dársenas. Luego los camiones son enviados a la zona de estacionamiento donde se realizan los últimos detalles de preparación para su envío.

Como se determinó en el dimensionamiento del *staging out* por simulación, la cantidad de dársenas disponibles para el despacho de camiones de corta distancia es de 5.

En la Tabla N°29 se muestra el cálculo de dársenas necesarias para expedición de productos terminados y de arribo de productos de sólo distribución en camiones de larga distancia, y el cálculo de los metros cuadrados requeridos para el despacho y arribo de las cargas de corta y larga distancia.

Concepto	Valor
Capacidad de camión larga distancia (pallets)	22
Frecuencia de carga y descarga (camión/h)	1,5
Frecuencia de carga y descarga (pallet/h)	33
Cantidad de pallets a despachar promedio viernes	1400
Cantidad de pallets a almacenar sólo distribución	784
Cantidad de dársenas necesarias- despacho de larga distancia	6
Cantidad de dársenas necesarias- arribo producto solo distribución	3
Total dársenas de Larga distancia	9
Total dársenas de Corta distancia	5
Medidas camión semirremolque (21*2,6)	54,6
Espacio requerido entre camiones (metros)	5
m ² requeridos dársenas Larga distancia	514
m ² requeridos dársenas Corta distancia	286

Tabla N°29 Cálculo de espacio requerido para dársenas. Fuente Elaboración propia.

En la Figura N°01, se identifican que todas las zonas asignadas para dársenas (5060 m²) se distribuyen sobre el espacio al aire libre pavimentado alrededor del depósito (7950 m²). Comparando los metros cuadrados requeridos para dársenas (800m²), se concluye que el espacio disponible alcanza para llevar a cabo las actividades de expedición de manera continua, siendo necesario la construcción de un techo sobre la dársena donde se lleva a cabo el proceso actual, en el caso de ser utilizada, que resguarde la totalidad de los camiones en el proceso de carga.

Dependiendo de la ubicación de los centros de trabajo y del almacenaje dentro del depósito, se debe decidir cuál será el uso de cada una de las zonas antes mencionadas. Esta designación se determina al momento de la realización de la distribución final.

En cuanto a la flota de camiones, se indicó que la empresa cuenta con un alto porcentaje de camiones tercerizados para el desarrollo del proceso de despacho de pedidos. Esta medida se justifica debido a que una flota de camiones propia requiere de un alto grado de mantenimiento y es una actividad que requiere de mucho control, por lo que para un aumento del porcentaje de camiones propios se tendrían que destinar recursos que no forman parte de la actividad principal de la empresa. Sin embargo, se considera necesario que la flota de camiones incorpore en todas sus unidades un Sistema de Posicionamiento Global (conocido por su sigla en idioma inglés GPS) para un mejor control y seguridad en el proceso de entrega de pedidos.

3.3.5.1 Ruteo camiones

La realización del ruteo lo debe realizar personal idóneo perteneciente al área de distribución y el ingreso de los pedidos por parte del personal de ventas se debe realizar con

entrega temprana, es decir, que los pedidos se entreguen a las 7 de la tarde²⁰, para que el ruteo se realice de forma correcta y eficiente y no se agreguen más pedidos después de ese horario.

Al momento de realizar el ruteo es importante que el personal de distribución encargado de esta tarea respete los estándares de servicio que desea ofrecer la empresa a sus clientes. Para mejorar el ruteo de camiones, se considera conveniente utilizar un software que permita la realización de un ruteo dinámico.

3.3.5.1.1 Software de ruteo dinámico

Este software permite la planificación, simulación y optimización de las rutas de distribución, siendo a la vez flexible, parametrizable y muy fácil de utilizar.

Los principales procesos operativos que realiza son (Setup Informática, 2014):

- Herramienta de Simulación de Ruteos
- Herramientas de Diseño de la Red de Transporte
- Ruteo Dinámico de los Pedidos
- Armado de Repartos
- Emisión de las Hojas de Ruta
- Calculo del costo de Transporte

La ventaja de aplicar esta tecnología reside en la posibilidad de aumentar el volumen con el que se despachan los camiones y por ende, minimizar la necesidad de recargas gracias a la dinámica de las reglas de ruteo que se utiliza, variando los parámetros en función de los puntos de venta y el volumen y tipo de productos.

Según implementaciones anteriores de este software en otras empresas de la misma rama, se estima que el porcentaje del volumen de carga de los camiones a despachar, en promedio es del 93% (Fuente: Consultora Neologistix, 2014-c) y valor de clase mundial determina que debe ser >85% (Ver sección 2.8.1, concepto de indicador).

Este aumento en el porcentaje de volumen cargado descomprime la carga de trabajo del proceso de *picking* manual, ya que a mayor cantidad de productos en cada camión aumenta las posibilidades de llegar a armar capas y *pallets* completos, reduciendo así la cantidad de packs sueltos.

Es importante aclarar que si bien el software de ruteo no gestiona el proceso de *picking*, sino que sólo determina el volumen y el producto total que debe llevar el camión armado con la ruta óptima, debe estar parametrizado con los criterios de armado de pedidos. La información que arroje el ruteo serán los datos de entrada al software de

²⁰ El ruteo tarda 1 hora aproximadamente en realizarse. Fuente: consultora Neologistix (2014-c)

picking, de forma tal que se armen con los criterios específicos de *picking* ya mencionados, los *pallets* que integran cada unidad y de esta manera se podrá garantizar un aforo correcto del transporte.

3.4 Evaluación y selección de alternativas de diseño del depósito en general

Al momento de realizar la distribución final del depósito es fundamental tener en cuenta la interrelación de cada centro de trabajo. Para cada uno de ellos, existen ubicaciones estratégicas que se deben seleccionar a través de un análisis en conjunto de todos estos centros, donde se tiene en cuenta sus caudales, procesos asociados, recursos asignados y su cercanía.

En el siguiente listado se muestra el valor de la superficie asignada a cada centro de trabajo (estos valores no tienen en cuenta el porcentaje estimado de pasillos):

- Área de almacenaje: 5.717 m²
- Preparación de pedidos, *picking* manual: 1.900 m²
- Preparación de pedidos, *layer picker*: 430 m²
- Staging out: 90 m²
- *Staging* de acercamiento *pallets* completos: 195 m²
- Almacenaje envases vacíos: 118 m²

A continuación se detalla el valor de los caudales del flujo resultante entre los centros de trabajo del depósito:

- Productos de solo distribución a almacenaje máximo que se pueden esperar en el día: 98 *pallet/h*
- Producción a área de almacenaje: 92 *pallets/h*
- Almacenaje a camiones de larga distancia: 175 *pallets/h*
- Armado de pedidos a *staging out*: 46,33 *pallets/h*
- *Staging out* a camiones de corta: 46 *pallets/h*
- *Staging* de acercamiento *pallets* completos a camiones de corta distancia: 29,1 *pallets/h*

A su vez, como ya se mencionó en la situación inicial, se cuenta con una serie de limitaciones edilicias para el depósito en general y para cada centro de trabajo que fueron respetadas en el dimensionamiento de cada uno de ellos. Éstas son:

- Las dársenas en el lateral y en el nivel superior del depósito no se pueden cambiar.
- Los accesos de producción al depósito no se pueden modificar.

- Las columnas que se encuentran dentro del depósito son estructurales, por lo tanto no se pueden sacar.
- Las paredes son de chapa, sólo algunas se pueden quitar.
- La altura del depósito admite hasta 3 niveles de estibado o apilado.

Además de estas limitaciones edilicias, a través de una análisis de cercanía entre los centros de trabajo del depósito, Tablas N°30 y 31; Figura N°37, se destacan restricciones para la disposición final que debe ser tenidas en cuenta en la selección final del mejor escenario.

VALOR	CERCANÍA
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
S	Sin importancia
N	No deseable

Tabla N°30: Código de cercanía. Fuente: elaboración propia.

CÓDIGO	RÁZON
1	Mejor flujo
2	Mucho material que se mueve entre áreas
3	Mucho movimiento de personal
4	Mucho movimiento de equipos
5	No hay dependencia directa entre áreas

Tabla N°31: Código de razón. Fuente: elaboración propia.

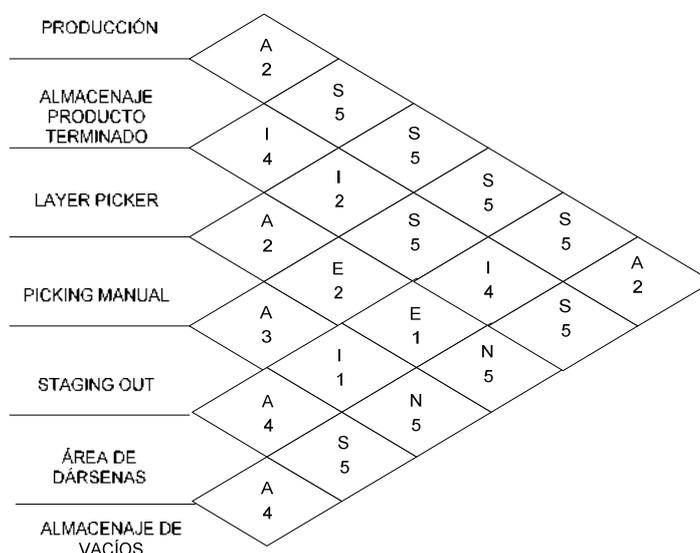


Figura N° 37: Diagrama de relación de actividades. Fuente: elaboración propia.

Es importante aclarar que el diseño final del depósito se encuentra ligado a la selección de una zona de dársena determinada para los dos procesos de despacho, a la cercanía de aquellos centros de trabajo que tienen dependencia entre sí y a la ubicación del almacenaje respecto de producción.

En la Figura N°38 se puede observar el ejemplo de un escenario donde se detalla la totalidad de los componentes que conforman el *lay out* interno del depósito y sus

alrededores. Se aclara que todas las paredes internas de material de chapa fueron removidas para una mejor distribución del depósito.

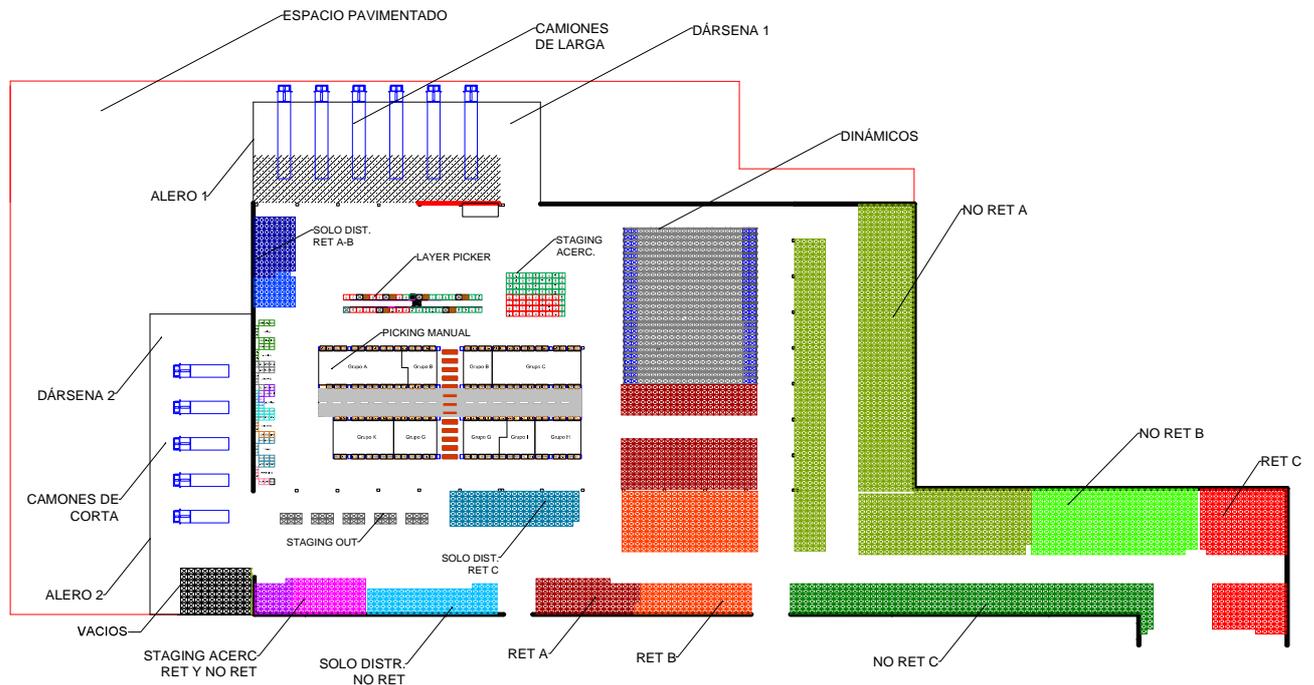


Figura N°38: Componentes del dimensionamiento final. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan 4 alternativas de diseño posibles que cumplen en mayor o menor medida con los requisitos de cercanía, limitaciones edilicias mencionadas y la posibilidad de contener a todos los centros de trabajo en el depósito.

En el escenario 1 el ingreso de productos de solo distribución en el turno mañana y el despacho de corta distancia en el turno nocturno se realiza utilizando la dársena 2, mientras que en la dársena 1 se realiza el despacho de larga distancia. La orientación de las estanterías estáticas será horizontal al plano generando un flujo de salida dirigido a la dársena 2. El diseño de esta alternativa se puede observar en la Figura N°39.

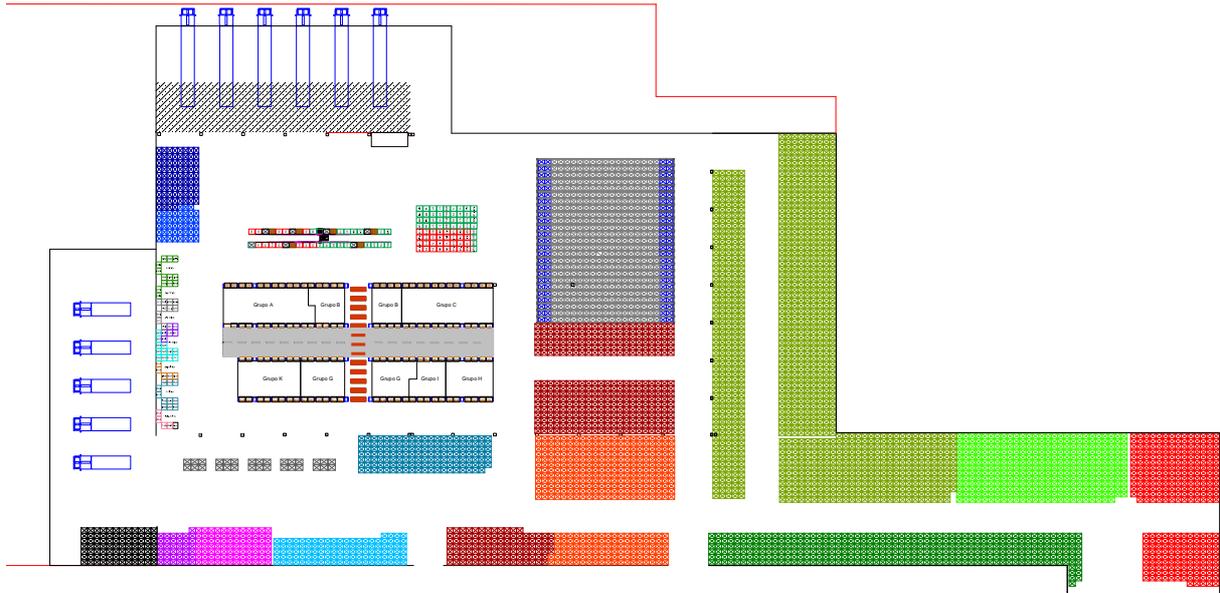


Figura N°39: Escenario 1. Fuente: Elaboración propia.

En el escenario 2 para el despacho de corta distancia y el de larga distancia se utiliza la dársena 1 en sus respectivos turnos de trabajo, mientras que los productos de solo distribución se ingresan por la dársena 2. La orientación de las estanterías estáticas es perpendicular al plano para lograr un flujo de salida dirigido a la dársena 1. El diseño de esta alternativa se puede observar en la Figura N°40.

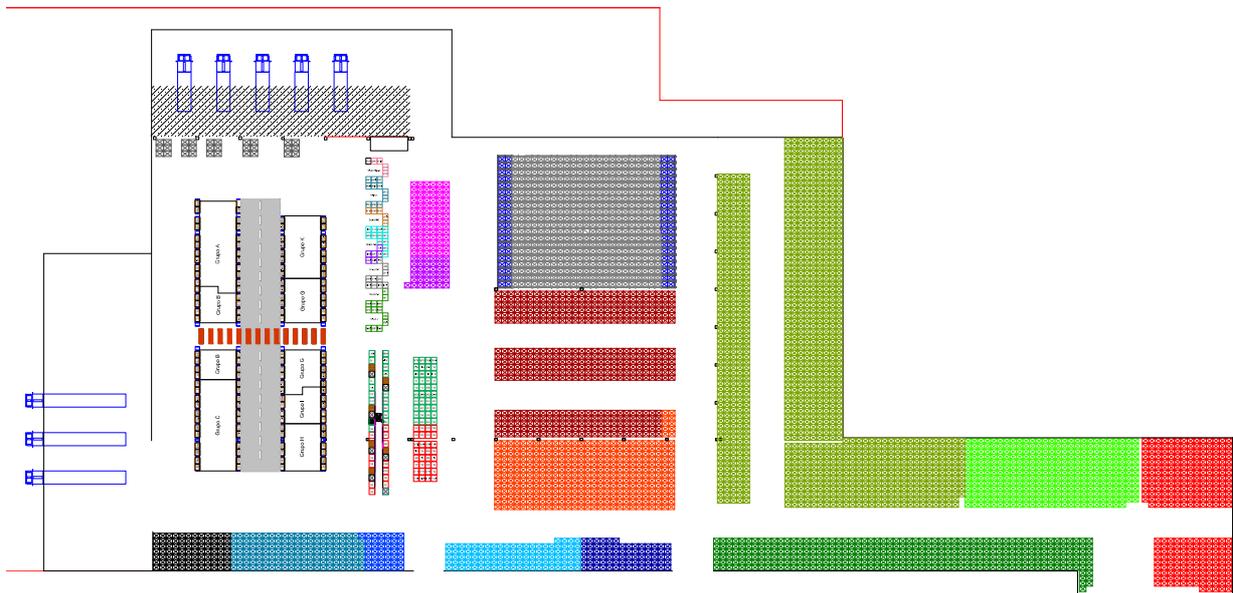


Figura N°40: Escenario 2. Fuente: Elaboración propia.

El escenario 3, al igual que el escenario 1, realiza el despacho de larga distancia en la dársena 1 y el despacho de corta distancia y el ingreso de los productos de solo distribución en la dársena 2. La diferencia reside en la orientación de las estanterías estáticas del *picking*, coincidentes con los del escenario 2. El diseño de esta alternativa se puede observar en la Figura N°41.

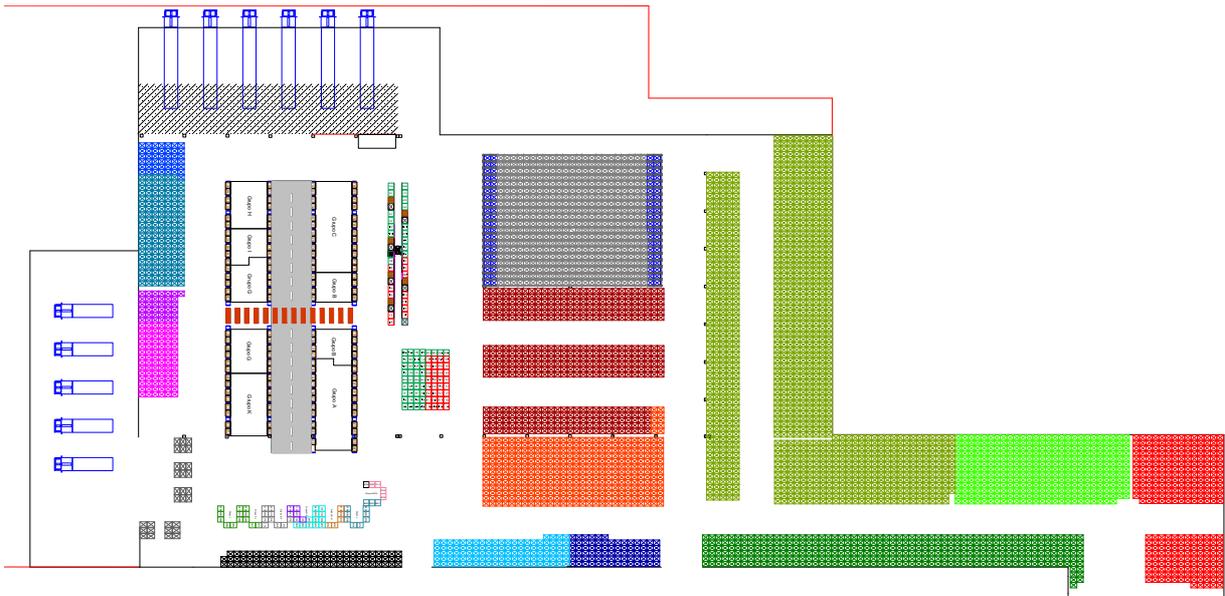


Figura N°41: Escenario 3. Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el escenario 4 la dársena 1 se utiliza para el despacho de corta distancia y el ingreso de los productos de solo distribución, mientras que el despacho de camiones de larga distancia se realiza por la dársena 2. La diferencia de este escenario con el 2 y 3 reside en la orientación horizontal de las estanterías de *picking*. El diseño de esta alternativa se puede observar en la Figura N°42.

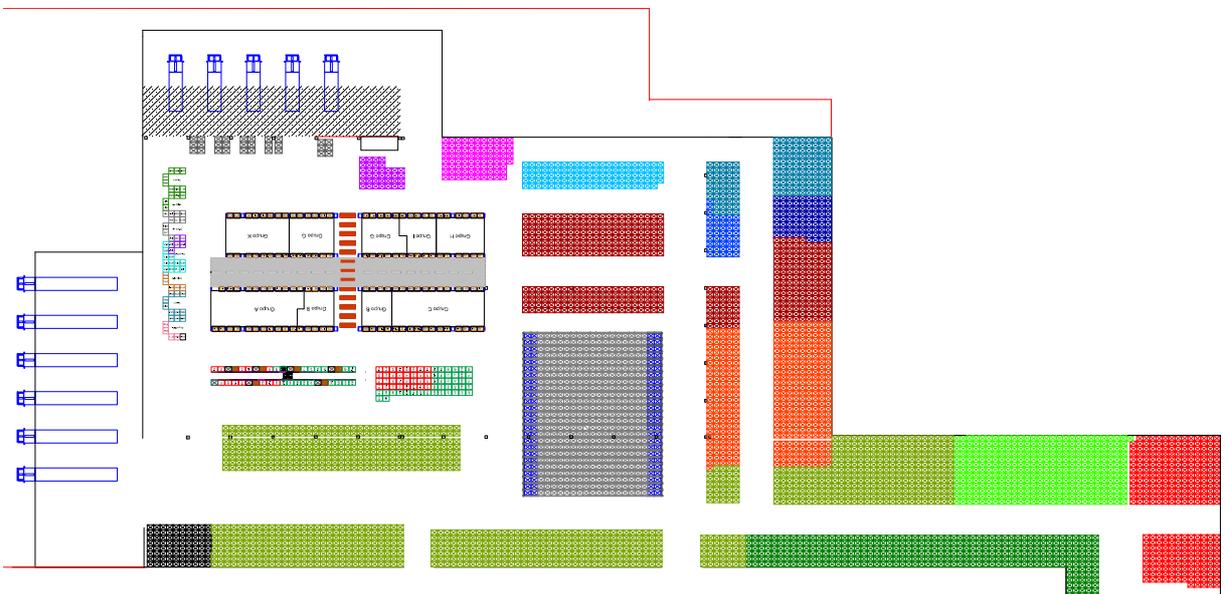


Figura N°42: Escenario 4. Fuente: Elaboración propia.

Es importante aclarar que si bien en cada escenario se muestran todos los componentes que contiene el depósito, éstos pueden o no estar según el turno de trabajo. Por ejemplo los *staging* de acercamiento y celdas de pickeo en el turno mañana no estarán ya que se consumieron en el turno anterior y se prepararán en el turno siguiente.

Para cada uno de las alternativas planteadas, se elaboró un diagrama de flujo en los 3 turnos de trabajo con el fin de facilitar su evaluación, se pueden observar en el Anexo N°10.

La evaluación de las distintas alternativas creadas, se realiza a través de la siguiente matriz de ponderación, Tabla N°32, donde se muestra el resultado para cada escenario.

	Criterio					Ponderación	Puntaje E1	Puntaje E2	Puntaje E3	Puntaje E4
	Malo 1	Regular 2	Bueno 3	Muy bueno 4	Óptimo 5					
Cercanía de los centros de trabajo	<i>Staging out</i> cercano a dársenas de despacho					5%	3	5	5	5
	Accesos directo desde producción al área de almacenaje					5%	4	4	4	4
	Vacíos almacenados cerca de producción					5%	3	4	5	4
	Productos solo distribución con almacenamiento cercano a su descarga					5%	3	4	3	4
	Productos de mayor rotación cercanos a la zona de despacho y <i>picking</i>					10%	3	4	3	5
Flujos generados	Inexistencia de retroceso					15%	3	3	5	4
	Inexistencia de flujos cruzados					10%	2	4	5	5
	Inexistencia de pasillos “embudo”					10%	3	3	2	3
	Inexistencia de bloqueo de flujos					10%	3	3	3	4
Correcta asignación de pasillos						5%	4	3	4	4
Almacenamiento por grupo de productos						5%	5	5	5	5
Asignación de frentes requerido por cada SKU						5%	5	5	5	5
Aprovechamiento de espacio						10%	2	4	4	4
Suma total ponderada							3,1	3,75	4	4,25

Tabla N°32: Evaluación de escenarios planteados. Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados de la matriz de ponderación, el mejor escenario es el número 4. Apreciándose del mismo la generación flujos continuos, sin retrocesos, excelente ubicación del *staging out* y productos de mayor rotación cercanos a la zona de despacho y *picking*. En el Anexo N°11 se muestra el plano general del depósito con el nuevo *Lay out* elegido.

En las Figuras N°43 y N°44 se puede comparar las principales trayectorias del proceso de despacho de corta distancia en la actualidad y la del modelo resultante. Aunque a simple vista resultan similares las trayectorias, es importante destacar que en el modelo resultante el stock 1 y transporte 2 hacia los almacenajes 3 se realiza en otro turno de trabajo, y no durante el proceso tal como se hace en la actualidad, por ello se encuentran resaltados de otro color.

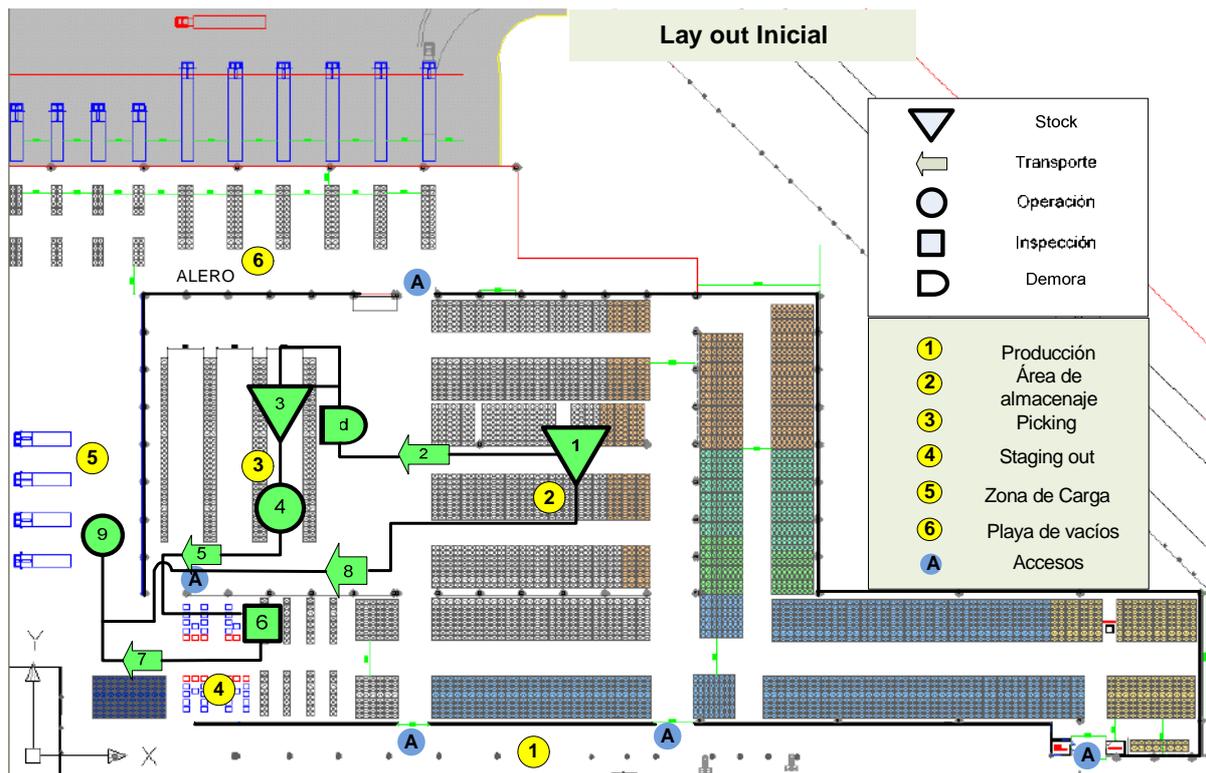


Figura N°43: Trayectoria del proceso de corta distancia actual. Fuente elaboración propia.

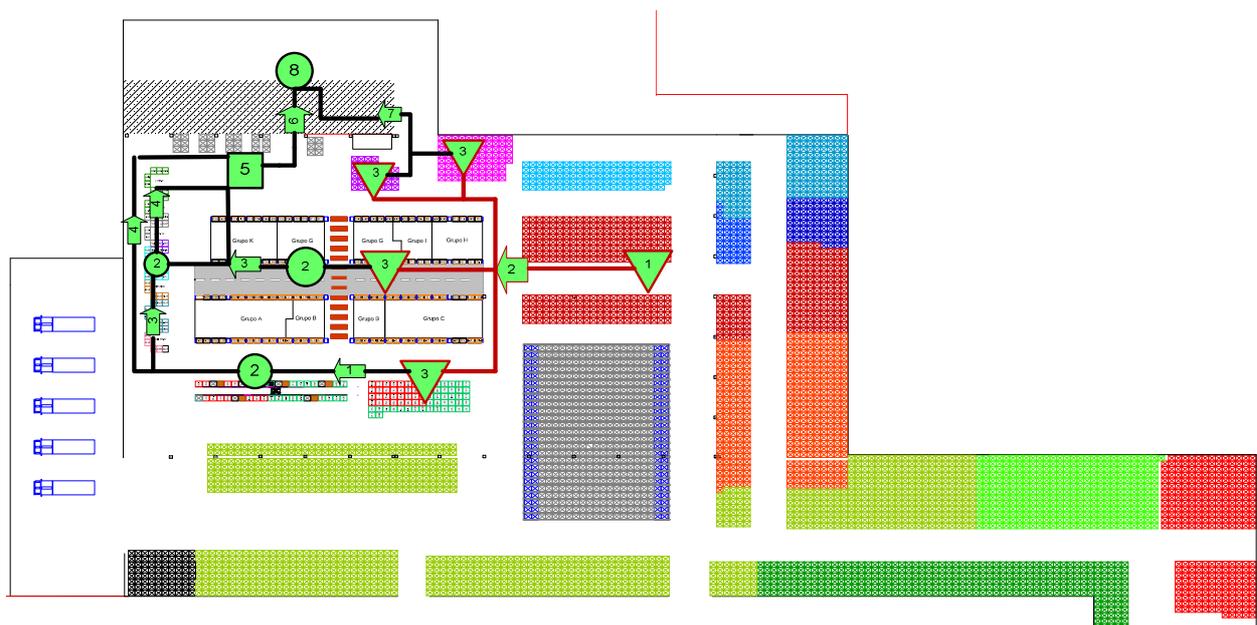


Figura N°44: Trayectoria del proceso de corta distancia del modelo resultante. Fuente elaboración propia.

Para concluir con la etapa de diseño, en la Tabla N°33, se estima que el modelo propuesto mejora de forma sustancial indicadores importantes pertenecientes al área de logística de despacho. De esta manera, con una correcta implementación del modelo se podrá garantizar un aumento en el nivel de servicio ofrecido por la empresa.

Indicadores	Modelo actual	Modelo propuesto
Turno de trabajo nocturno	12 horas	10 horas
Cantidad de horas extra turno noche total operarios	52 horas	0 horas
Productividad picking	110 packs/HH	232,68 packs/HH
Indicador de ocupación del staging out por pedidos armados	68%	100%
Indicador de cumplimiento de necesidad de almacenaje	76 %	100%
Porcentaje volumen camiones cargados	80%	93%
Seguridad en la realización de las tareas	Baja	Media
Automatización de procesos	Baja	Media

Tabla N°33: Indicadores logísticos. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacarse que la mejora en los indicadores de seguridad en la realización de las tareas y la automatización de procesos se debe a lo expuesto en la clasificación de las técnicas de *picking* sección 2.7.2

3.4.1 Designación de recursos

Una vez elegido el escenario óptimo, se realiza un análisis de los recursos requeridos para este nuevo diseño. Es importante aclarar que si bien hay ciertos centros de trabajo que debido a la tecnología seleccionada y al balanceo de carga de trabajo reducen la necesidad de personal, también se crearon nuevos centros de trabajo que permiten reasignarlo. Se logra de este modo el objetivo de la empresa de cumplir con el nivel de servicio que desea ofrecer y al mismo tiempo mejorarlas condiciones de seguridad e higiene de los trabajadores.

En la Tabla N°34 se muestra los recursos actuales y requeridos para el nuevo diseño de distribución del depósito.

Turno	Centro de trabajo	Recurso actual	Recurso necesario	Recurso a adquirir
Mañana Tarde Noche	Área de almacenaje-producción	6 conductores de autoelevadores	6 conductores de autoelevadores	
Mañana	Despacho de larga distancia	Maniobristas del camión 2 Conductores de autoelevadores para carga camión: 6	Maniobristas del camión 4 Conductores de autoelevadores para carga camión: 6	Personal: 2 maniobristas
	Productos sólo distribución a área de almacenaje	Conductores de autoelevadores: 3	Conductores de autoelevadores: 3	
Tarde	Abastecimiento zona picking	Conductores de autoelevadores: 1 Acomodadores: 2	Conductores de autoelevadores: 3 Acomodadores: 2	Personal: 2 Autoelevadores: 2

Noche	Picking manual	Pickers fijos en zorras: 12 Pickers temporales en zorras: 14 Conductores de autoelevadores 3	Pickers fijos en zorras: 12 Pickers temporales en zorras: 5 Conductores de autoelevadores 3	
	Layer picker	0	1 operador layer en tygrad 3 conductores de autoelevadores	Personal: 4 Equipos: 1 Tygard y 3 autoelevadores
	Despacho de corta distancia	Maniobristas del camión 2 Conductores de autoelevadores para carga camión: 3	Maniobristas del camión 4 Conductores de autoelevadores para carga camión: 3	Personal 2 maniobristas

Tabla N°34: Comparación recursos del nuevo diseño. Fuente: Elaboración propia.

Comparando los recursos actuales con los necesarios para el nuevo modelo y considerando que los equipos se comparten entre los turnos de trabajo y que el personal de *picking* remanente se reasigna a otras tareas, se requiere de la adquisición de un equipo *Tygard* y la contratación de un empleado.

3.4.2 Estimación de costos

La implementación de las nuevas tecnologías y mejoras en el depósito tiene asociado un costo constituido por la adquisición de las mismas. En la Tabla N°35 se detalla la lista de los costos asociados.

Recurso	Cantidad / dimensiones	Proveedor/ fuente	Precio unitario (US\$)	Precio total (US\$)
Tygard	1	Cascade Corp.	100.000	100.000
Estanterías dinámicas	530	Mecalux	500	265.000
Estanterías estáticas	62	Mecalux	100	6.200
Software pallet ticket	1	Setup informática	20.000	20.000
Software ruteo dinámico	1	Setup informática	20.000	20.000
Techo exterior	1300 m ²	Vivienda-Revista de la construcción. 2014	118	153.400
Ampliación alero	670 m ²	Vivienda-Revista de la construcción. 2014	118	79.060
Costo total estimado en US\$				643.660

Tabla N°35: Estimación de costos. Fuente: Elaboración propia basada en datos de los proveedores.

4 CONCLUSIONES

Utilizar como referencia una planta existente y operando permitió realizar un análisis más profundo de su situación actual, sus problemáticas y restricciones edilicias, dando lugar a la creación de un diseño viable y acorde a sus necesidades.

En búsqueda de la mejora, se debió relevar los procesos asociados a cada centro de trabajo que conforman el depósito, pudiéndose identificar la dependencia existente entre ellos y la importancia de las interrelaciones del área de logística de despacho con las demás áreas funcionales. De este modo se encontraron falencias y puntos débiles, lo que permitió proponer mejoras para que el sistema funcione de forma correcta.

Para el desarrollo de las alternativas de diseño fue de gran ayuda la utilización de herramientas de simulación, que posibilitó plantear los escenarios y de esta forma realizar una evaluación que permita seleccionar el diseño óptimo.

A su vez, el desarrollo del trabajo posibilitó tener conciencia de que un nuevo diseño, con aplicación de tecnologías y nuevas prácticas de *picking*, sólo podrá lograr mejoras en el nivel de servicio y en la productividad, si existe una operatoria que acompañe y complemente a dicho diseño y el compromiso de todas las áreas que conforman la cadena de suministro.

Por último, es importante destacar que las medidas propuestas para lograr el nivel de servicio deseado por la empresa y mejorar la productividad del proceso de despacho se elaboraron también con el propósito de mejorar las condiciones laborales para los trabajadores.

5 BIBLIOGRAFÍA

Anaya Tejero J.J., (2008). Almacenes. Análisis, diseño y organización. Ed. ESIC, Madrid.

Apuntes de cátedra Organización y Dirección Industrial I y II (2010-2011). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).

Apuntes de cátedra Investigación Operativa I (2011). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).

Ballou R. H. (2004). Logística. Administración en la cadena de suministro. Ed. Pearson, México.

Cascade Corp (2014). <https://www.cascorp.com/>

Chackelson L. (2013). Informe de doctorado, Metodología de diseño de almacenes, fases, herramientas y mejores prácticas. Gestión logística de los negocios internacionales.

Claves información competitiva S.A. (2012). Informe de Coyuntura del Mercado Argentino de Bebidas Sin Alcohol.

Consultora Neologistix(2013-a). Entrevista personal con Ingeniero Pita Carranza Federico, Noviembre 2013.

Consultora Neologistix (2014-b). Entrevista personal con Ingeniero Pita Carranza Federico, Abril 2014.

Consultora Neologistix (2014-c). Entrevista personal con Ingeniero Pita Carranza Federico, Julio 2014.

Consultora Neologistix (2014-d). Entrevista personal con Ingeniero Pita Carranza Federico, Diciembre 2014.

Escriva Monzo (2005). Almacenaje de productos. Ed. Mc Graw Hill.

Garavito, Edwin A. (2012). Sistemas de almacenamiento. Diseño de Plantas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

Garcia Dunna (2006). Simulación y análisis de sistemas con ProModel. Ed. Pearson.

Garcia Sabater et. Al. (2004). Gestión de stocks de demanda independiente. Ed. Universidad Politecnica de Valencia

Krajewski L.J., Ritzman L. y Malhotra M. (2008). Administración de Operaciones, Procesos y Cadenas de Valor. Ed. Prentice Hall

Lopez Viñegla A. y Viceconte M.A. (2006) gestión logística y BSC, Universidad de Zaragoza, España y Universidad Nacional de Sur, Argentina.

Lloyd E. N. (1981). Gestión de stocks. Ed. Deusto

Mecalux (2014). www.mecalux.com.ar

Meyers F. y Stephens M. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Ed. Pearson.

Mikel Mauleón Torres (2006). Logística y Costos. Ediciones Díaz de Santos.

Reyes Lopez O. (2010). Universidad Virtual del Estado de Guanajuato extraído julio 2014 de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2014/1396/logistica.htm>

Setup informática (2014). Extraído en junio del 2014 de

<http://www.setupinformatica.com.ar/productos>

Tygard Claw (2014). <http://tygardclaw.com/>

Vallejo E.L Y Morales R. (2010). Incidencia de la logística en el marketing. Universidad de San Buenaventura, Colombia.

Villar Guarino y Falco, 2012. Tablero de control aplicado a la gestión logística. Universidad del CEMA.