



TESIS DE GRADO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

***PLANIFICACIÓN BÁSICA DE UN CENTRO DE
DISTRIBUCIÓN***

Autor: Mariel Araceli Martillana
Legajo 45137

Director de Tesis: Felix Jonas

2011

RESUMEN

En el presente estudio se propone una metodología para la *Planificación Básica de un Centro de Distribución*. El mismo puede ser útil tanto para un proyecto de Centro de Distribución completamente nuevo, como para la expansión o traslado de uno existente, o el reordenamiento de un CD determinado.

Para esto se trabaja en tres etapas, cuyo resultado final es el desarrollo de una propuesta y su metodología de implementación.

En primera instancia resulta imprescindible comprender la situación actual de la empresa que se estudia. Esta comprensión se alcanza fundamentalmente mediante dos vías: Por un lado es necesario el desarrollo de un relevamiento en planta, tanto de infraestructura como de operaciones actuales. En segundo lugar se propone un análisis de datos logísticos a partir de la información de producción, ingresos y despachos para un período determinado, que se extrapolan y se utilizan como base para el dimensionado del Centro de Distribución.

En una segunda etapa se proponen y evalúan diversas alternativas de solución, en función a los objetivos planteados y a los problemas detectados en la etapa de relevamiento. En este punto resulta fundamental interpretar, junto con los problemas de operación, las necesidades de la empresa. No siempre se opta por la alternativa que se considera más adecuada, sino que hay que tener en cuenta factores como la capacidad de inversión de la empresa, políticas de la organización, etc.

Finalmente, a partir de los análisis anteriores, se hace una propuesta, con sus etapas de implementación y el análisis económico pertinente.

Para reforzar el modelo planteado y a modo de ejemplo se analiza a lo largo del estudio el caso de un Centro de Distribución de una empresa de consumo masivo que ha tenido en los últimos años un crecimiento que superó lo estimado, y algunos procesos operativos logísticos que no están siguiendo las mejores prácticas recomendadas. La empresa ha encarado proyectos parciales para mejorar la situación, pero estos proyectos no han podido solucionar algunos problemas de fondo de la operación logística actual, de modo que se propone un estudio integral del Centro de Distribución.

SUMMARY

The current study provides a methodology for the Design of a Distribution Center. It can be useful for the design of a completely new DC as well as the expansion or moving of an existing one.

To serve this purpose, the study is structured in three stages, which result in a final proposal and a methodology for its implementation.

First it is important to understand the present situation of the studied organization. In order to reach this comprehension it is necessary to gather information about the company's infrastructure and processes. Also, a logistic data analysis is required (stocks and in/out product flow) for the dimensioning of the Distribution Center.

In a second stage, different solution alternatives are studied, according to the defined goals and the detected problems. At this point it is essential to interpret the company's needs. The chosen alternative is not always the one considered most appropriate, since there are other factors to be considered, such as investment capacity, organization policies, etc.

Finally, the definitive solution alternative is selected and structured in different implementation stages, and an economic analysis is done

The case of a massive consume company is analyzed along the study as an example. This company has had a volume growth over the expected in the last years, and some of the logistic processes were not following the best practices recommended. Some projects have been developed to improve this situation, but have not managed to solve the current logistic problems the company was facing. For this reason, this study of the distribution center was executed.

Tabla de contenidos

I.	INTRODUCCIÓN	7
II.	BASE DEL DIMENSIONADO	11
	II.I. Introducción	13
	II.II. Infraestructura y flujo de materiales	14
	II.III. Análisis de Movimientos y Stocks	17
	II.IV. Proyecciones de crecimiento	24
	II.V. Conclusiones	26
III.	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	27
	III.I. Introducción	29
	III.II. Ubicación del Centro de Distribución	30
	III.III. Alternativas de Lay-Out	31
	III.IV. Sistemas de Gestión de Almacenes	36
	III.V. Alternativas Técnicas	37
IV.	SOLUCIÓN PROPUESTA Y ANÁLISIS ECONÓMICO	63
	IV.I. Introducción	65
	IV.II. Solución propuesta	66
	IV.III. Inversiones asociadas y Análisis económico	69
V.	CONCLUSIONES	71
VI.	ANEXOS	75
	VI.I. ANEXO I: LAY OUT	77
	VI.I. ANEXO II: FLUJO DE PERSONAS Y MATERIALES	78
VII.	BIBLIOGRAFÍA	79

I. INTRODUCCIÓN

La Distribución es el último eslabón de la Cadena de Abastecimiento y los Centros de Distribución son infraestructuras logísticas que forman parte de este proceso y desde los cuales se distribuyen los productos hasta los clientes. Existen fundamentalmente cuatro motivos por los cuales se utilizan los Centros de Distribución:

1. **Capacidad de respuesta:** El hecho de poseer un stock de producto almacenado permite responder rápidamente ante cualquier variación en la demanda, mejorando el nivel de servicio.
2. **Restricciones en producción:** Muchas veces para cambiar la producción de un producto a otro se requiere de un tiempo de set up o de limpieza de las máquinas considerable, lo que hace que se produzca por lotes mínimos, generándose una asimetría entre los volúmenes producidos y los volúmenes consumidos, es decir stocks.
3. **Consolidación:** En los Centros de Distribución suelen consolidarse productos de distintos orígenes que tendrán luego los mismos destinos, permitiendo disminuir de los costos de transporte al optimizar su utilización.
4. **Agregado de valor:** En el centro de Distribución pueden llevarse a cabo algunos procesos finales, como ensamblaje, etiquetado, etc.

Un centro de distribución tiene un impacto fundamental sobre el éxito global de la cadena de abastecimiento, afectando directamente a los *costos* asociados y al *servicio* ofrecido a los clientes. Los *costos* logísticos representan un porcentaje significativo de las ventas totales (entre un 6 y un 7% en promedio, aunque dicho porcentaje puede variar significativamente dependiendo de la industria que se estudie, fundamentalmente en función del valor de los productos fabricados), por lo que deben controlarse permanentemente. En cuanto al *nivel de servicio*, resulta mucho más complicado cuantificar los beneficios derivados de factores como la frecuencia de entrega, los lead times y la calidad de la entrega, por ejemplo. Sin embargo, es importante no despreciar este aspecto, ya que frecuentemente resulta en pérdida de ventas, o lo que es peor, la pérdida de clientes.

Para lograr la eficacia del centro, el mismo debe estar ubicado en el sitio óptimo, estar diseñado de acuerdo a la naturaleza de las operaciones a realizar al producto, utilizar el equipamiento necesario y estar soportado por una organización y sistema de información adecuado.

II. BASE DEL DIMENSIONADO

II.I. Introducción

Esta etapa es la que brinda el sustento para el posterior diseño del Centro de Distribución. Las primeras preguntas básicas a responder son: ¿Por qué? ¿Para qué? ¿Para cuánto?

¿Por qué? Se identifican los problemas que se quiere resolver y las metas que se quiere alcanzar. Se analizan las áreas de oportunidad.

¿Para qué? Se estudian las características de los diversos productos que se mueven dentro del Centro de Distribución y los recursos con los que se cuenta (se tratará de aprovecharlos al máximo); teniendo en cuenta que diversos productos implican diversas necesidades de manipulación. Se analizan tipologías de embalaje, condiciones de almacenamiento (peso, volumen, temperatura requerida, lotes y trazabilidad), etc

¿Para cuánto? Se evalúan los flujos de movimientos y de materiales. Se determinan los volúmenes actuales y previstos en cuanto a referencias, ubicaciones necesarias y rotación.

II.II. Infraestructura y flujo de materiales

“La cadena de abastecimiento es una secuencia de procesos a través de los cuales el producto se mueve desde su origen hasta el cliente” (Bartholdi & Hackman, 2009). El Centro de Distribución es uno de los puntos por los que transita dicho flujo, y será fundamental en su diseño evitar cuellos de botella y brindar un lay out que facilite la continuidad del mismo. Debe tenerse en cuenta que deben ser los flujos de materiales los que condicionen el equipamiento a utilizar y no al contrario.

Dependiendo del caso, puede ser necesario diseñar un lay out desde cero, ya sea en lo que se denomina un “green field” o en un terreno determinado; o puede ser que se trabaje sobre un Centro de Distribución ya existente. Cualquiera sea el caso, es necesario conocer las operaciones que se desarrollan o se desarrollarán en el mismo. Las típicas operaciones de un CD pueden dividirse en dos grupos y son las siguientes:

- **Inbound:** Recepción – Almacenamiento
- **Outbound:** Preparación de pedidos (Picking / Pallet completo) – Despacho
-

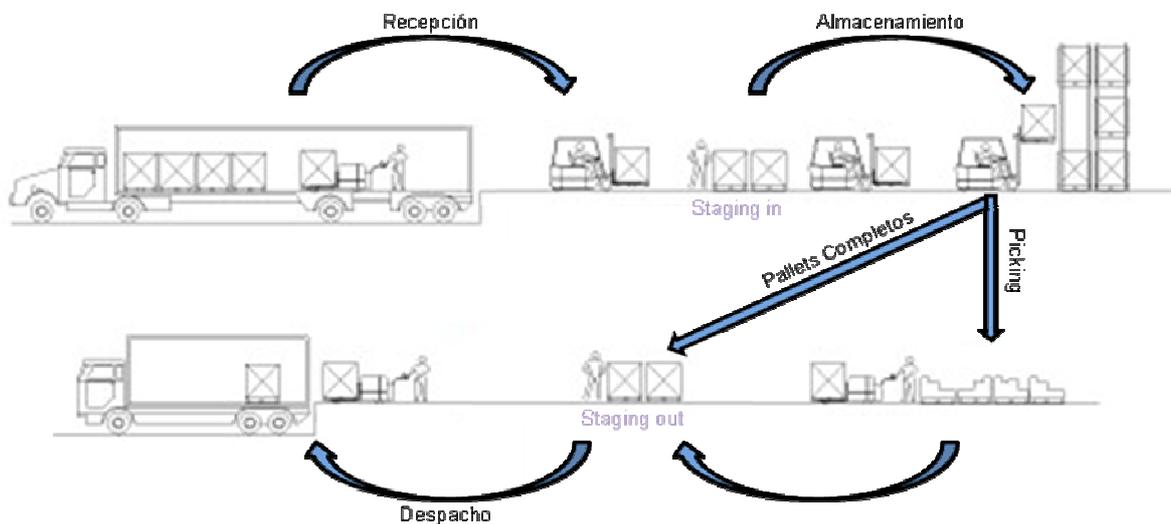


Figura II.I.1. Funciones básicas de un centro de distribución

Además de estas funciones básicas, un centro de distribución puede llevar a cabo otros procesos como cross docking, recepción, clasificación y disposición de devoluciones, reproceso de productos dañados, y en algunos casos puede ser que se incorporen otras operaciones que agreguen valor al producto final,

como etiquetado, fraccionado, armado de promociones, etc. Los tiempos y el personal requeridos para el desarrollo de estas operaciones dependerá fundamentalmente de cómo se definan las mismas, los sistemas que se utilicen y la distribución física del espacio.

Otro factor a tener en cuenta son las unidades que se manejan en el CD, ya que el diseño del mismo dependerá directamente de las unidades que por él transiten.

Se define SKU (Stock Keeping Unit) como la unidad física de un producto más pequeña que se maneja en una organización, que no corresponde necesariamente con la unidad que utilizará el consumidor final. Generalmente a través de un Centro de Distribución fluyen unidades mayores, como los pallets, que se van reduciendo a medida que transitan por la cadena logística hasta el consumidor final. Esto se representa en la figura que sigue.

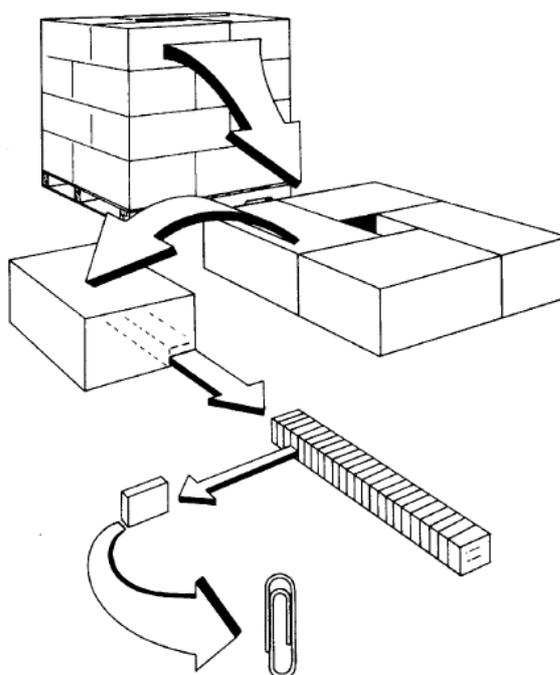


Figura II.1.2. Ejemplo de unidades. (Bartholdi & Hackman, 2009)

Para el diseño o evaluación del flujo deben aplicarse algunos principios básicos:

- **Unidad máxima:** Cuanto mayor sea la unidad de manipulación, menor número de movimientos a realizar, y, por tanto, menor será la mano de obra empleada
- **Recorrido mínimo:** Cuanto menor sea la distancia, menor será el tiempo del movimiento, y, por tanto, menor será la mano de obra y los equipos empleados. En caso de instalaciones automáticas, menor será la inversión a realizar

- **Espacio mínimo:** Cuanto menor sea el espacio requerido, menores serán el costo del suelo y los recorridos
- **Tiempo mínimo:** Cuanto menor sea el tiempo de las operaciones, menor es la mano de obra empleada y el lead time del proceso, y, por tanto, es mayor la capacidad de respuesta
- **Mínimo número de manipulaciones:** Cada manipulación debe de añadir el máximo valor al producto o el mínimo de costo. Se deben de eliminar al máximo todas aquellas manipulaciones que no añadan valor al producto
- **Balanceo de líneas:** Todo proceso no equilibrado implica que existan recursos sobredimensionados, además de generar inventarios en curso elevados y, por tanto, costosos

En el caso estudiado, en un primer relevamiento, efectuado mediante una visita al Centro de Distribución en pleno funcionamiento, se detectaron los siguientes puntos como problemáticos y posibles oportunidades de mejora:

- Producto estibado bajo marquesina de carga, obstruyendo puertas de acceso a los depósitos.
- Estiba de producto en mal estado para derrame en sector operativo del CD no permite circulación perimetral para acceso a marquesina.
- Presencia de vidrios rotos en calles y estibas de los depósitos.
- Material de scrap obstruyendo las operaciones de abastecimiento a líneas.
- Estibas de materia prima invadiendo marquesina de carga.
- Presencia de botellas rotas y scrap en playa de retorno de vacíos y cristalería.
- Marquesina de carga con espacios reducidos por la invasión de estibas de PT y retorno de vacíos.

En cuanto al lay-out del Centro de Distribución (Anexo I), se detectó un factor crítico que es la gran cantidad de flujos cruzados y la falta de integración entre depósitos (Anexo II).

Las unidades que fluyen a través del CD son fundamentalmente pallets.

II.III. Análisis de Movimientos y Stocks

Una vez relevada la infraestructura del Centro de Distribución, se procede al análisis de datos, evaluando las características de los diversos productos de la compañía y su comportamiento.

Para llevar a cabo un estudio numérico, el primer paso es definir el período que se utilizará para el análisis. El período debe ser lo suficientemente extenso para mostrar posibles estacionalidades y diversos comportamientos de los distintos productos a lo largo del tiempo. También es recomendable que sea lo más reciente posible, y resulta fundamental evitar eventos especiales que puedan haber modificado el comportamiento normal de la serie estudiada, como ser una huelga, un lanzamiento o promoción especial de algún producto. En caso de no poder evitar estos eventos, es importante identificarlos claramente y tenerlos en cuenta al momento de analizar los resultados obtenidos. Se propone entonces analizar los datos del último año (no debe ser año calendario necesariamente), siempre que éste sea representativo del comportamiento habitual.

Otro aspecto a tener en cuenta es la unidad que se utilizará para llevar a cabo los análisis de movimientos y stocks. Para planificar un Centro de Distribución es necesario utilizar una unidad homogénea que permita tener una noción de volumen. Dependiendo del caso, podrán utilizarse pallets, pallets equivalentes, toneladas o cajas por ejemplo. La selección de la unidad debe ser analizada en cada caso particular, dependiendo de los productos que se trabajen, las unidades en que los mismos se muevan a través del centro de distribución y de la información que los sistemas almacenen.

En el caso estudiado todos los flujos se miden en pallets y se analiza un período de un año móvil.

A fin de comprender globalmente la situación actual, es necesario simplificar el estudio agrupando la totalidad de los productos y la totalidad de los clientes en grupos bien diferenciados.

Una vez definidas las unidades y el período de análisis se procede al análisis de datos propiamente dicho. En primer lugar se efectúa un análisis de estacionalidad, que permitirá determinar el comportamiento de los despachos a lo largo del año. Esto permite cuantificar el promedio de despachos y sus variaciones, al mismo tiempo que se determinan los meses críticos a tener en cuenta.

A continuación se grafican los despachos mensuales para el caso propuesto, donde se observa un fuerte pico de despachos en el mes de diciembre (33% por encima de la media). A partir del mes de febrero, los despachos disminuyen hasta alcanzar un mínimo en el mes de junio (46% por debajo de la media). El

comportamiento de los despachos es entonces creciente a partir de junio y decreciente a partir de diciembre, siendo dichos meses los puntos de inflexión en esta curva de estacionalidad.

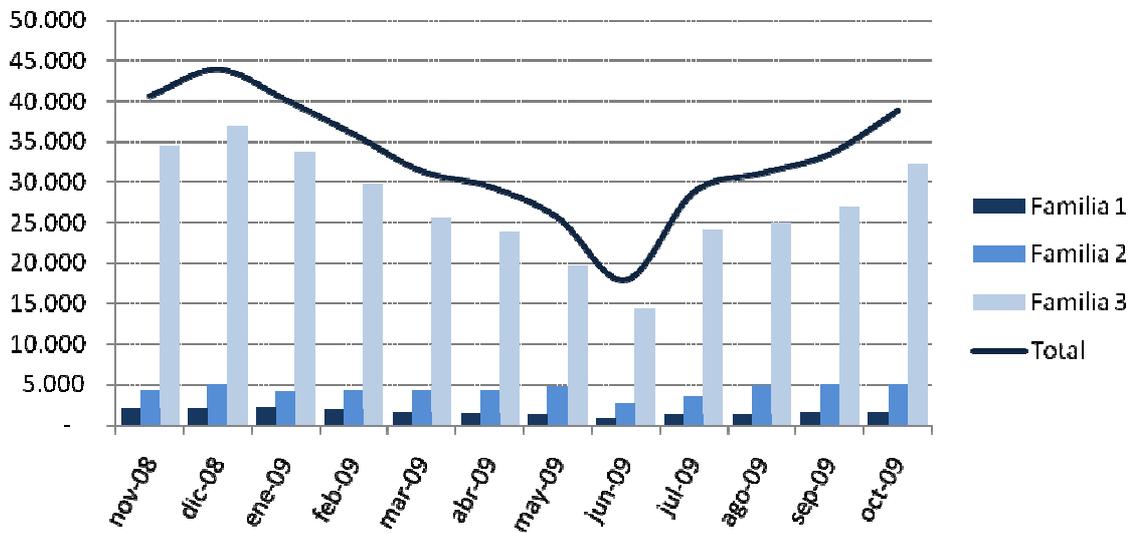


Gráfico II.II.1. Estacionalidad de despachos en Pallets mensuales

Además de la estacionalidad mensual, se recomienda hacer un análisis de estacionalidad semanal y diaria, teniendo en cuenta, que es usual que los despachos se concentren en la última semana del mes, y, dentro de cada semana, en algún/os día/s en particular

Conociendo las estacionalidades es posible analizar otros datos logísticos para los meses promedio y pico, que serán determinantes en la capacidad necesaria para el centro de distribución. El primer paso es familiarizarse con los skus que se manejan, los stocks que generan (tanto los stocks reales como las políticas definidas por la empresa, en caso que existan), los clientes y los puntos de entrega.

Se expone en la tabla II.II.1 un resumen de estos principales datos logísticos analizados en el caso de ejemplo, que se irán desarrollando a lo largo del estudio. En el año hubo movimiento de un total de 169 SKUs. La Familia 2 se mantuvo estable, mientras que las familias 1 y 3 mostraron importantes fluctuaciones. Estas fluctuaciones se deben a estacionalidad, promociones y altas y bajas de productos. Es esperable que estos eventos se repitan en el futuro, ya que corresponden con el comportamiento normal de la empresa y se consideran representativas de la realidad, de modo que es correcto proyectarlas al momento de predecir el comportamiento futuro de los despachos.

Si bien en el mes pico se alcanza el volumen de despachos máximo, la cantidad de artículos activos disminuye respecto del mes promedio. La Familia

3 resulta ser la de mayor volumen, tanto en cantidad de SKUs, como en despachos y en stock.

CONCEPTO	PERÍODO 11/2008 - 12/2009		
Artículos	Activos mes Φ	Activos mes pico	Activos totales
Familia 1	42	25	47
Familia 2	10	10	10
Familia 3	90	77	112
Total	142	112	169
Volumen de Despachos	Pallets diarios Φ	Desvío	% Participación
Canal 1	760	306	60%
Canal 2	504	179	40%
Total	1.258	414	100%
Stock	Pallets mensuales Φ	Desvío	% Participación
Familia 1	533	179	5%
Familia 2	2.086	739	21%
Familia 3	7.324	1.603	74%
Total	9.943	1.951	100%
Clientes	Activos mes Φ	Activos mes pico	Activos totales
Canal 1	51	56	73
Canal 2	44	28	53
Total	95	83	209

Tabla II.II.1. Datos logísticos. Movimientos y stocks de los artículos trabajados en el CD, analizados en promedio (diario o mensual, según corresponda) y sus variaciones a lo largo del período estudiado.

Una vez estudiados los artículos con los que se trabaja y los flujos y stocks que los mismos generan, un análisis ABC permite determinar el peso relativo de cada artículo. El análisis puede efectuarse en función de distintas variables (facturación, volumen, despachos, cantidad de pedidos, líneas de pedido, etc), dependiendo del análisis que desee hacerse. Al ser éste un estudio netamente logístico, se propone trabajar con curvas ABC de despachos (medidos en pallets o en la unidad que se haya seleccionado previamente) y de líneas de pedido por SKU (medido en cantidad de líneas).

El ABC de despachos será fundamental para definir la ubicación de los distintos artículos en el lay out del centro de distribución, teniendo en cuenta que siempre conviene almacenar los productos de mayores despachos cerca de la salida de la mercadería, de modo de minimizar las distancias recorridas.

El ABC de líneas de pedido se utiliza a la hora de definir la solución de picking, ya que da idea de la carga de trabajo que genera cada sku en esta actividad.

En el caso estudiado, al realizar un análisis ABC de artículos por volumen despachado, se observa una curva bien marcada, en la que un único artículo es responsable de alrededor del 40% de los despachos. Este artículo pertenece a la Familia 3.

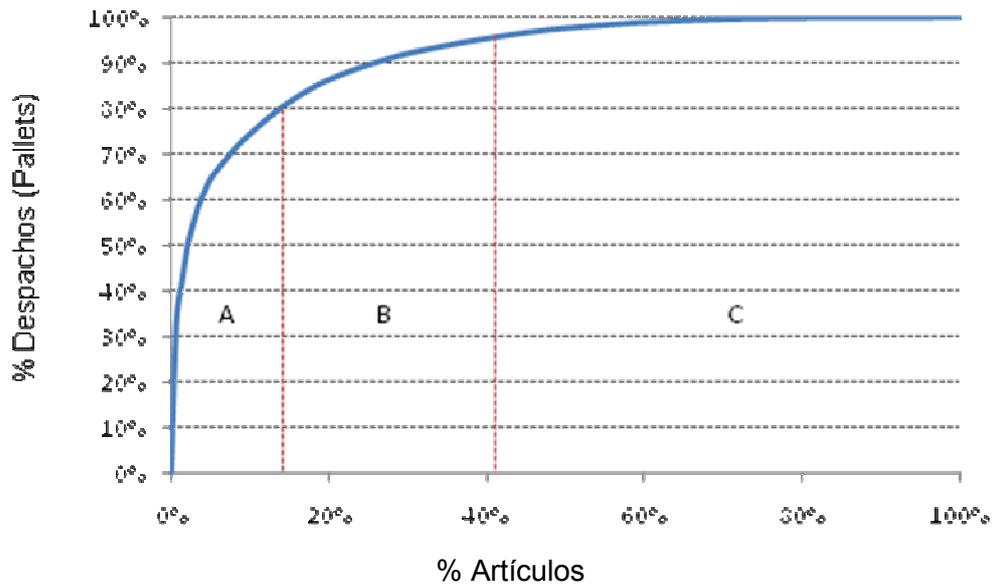


Gráfico II.II.2. ABC de artículos para despachos del mes promedio (Octubre). Tan solo 20 productos (14% de los artículos) representan el 80% de los despachos.

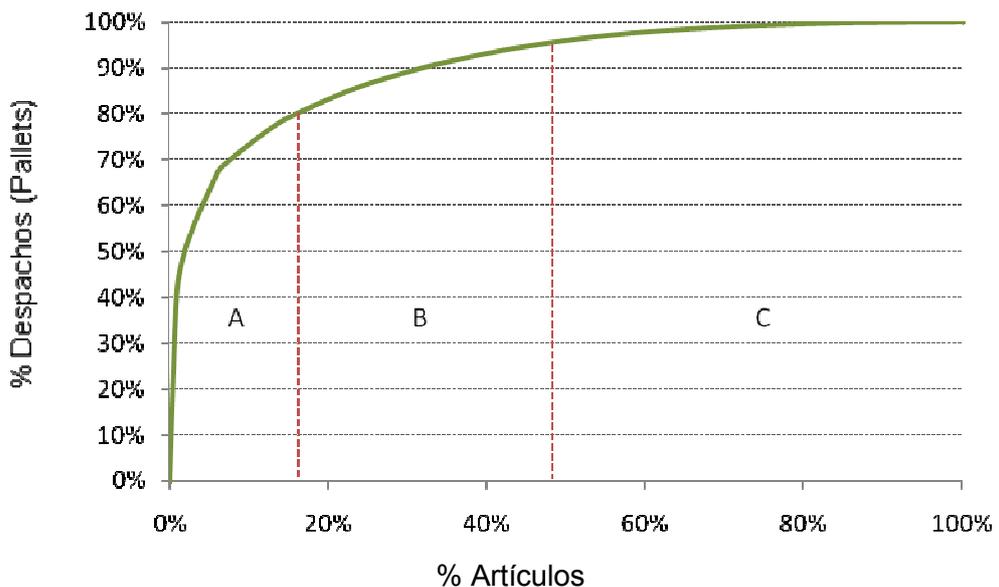


Gráfico II.II.3. ABC de artículos para despachos del mes pico (Diciembre). Tan solo 18 productos (16% de los artículos) representan el 80% de los despachos.

Los gráficos II.II.2 y II.II.3 muestran un comportamiento similar en los meses promedio y pico. Son a lo largo de todo el año los mismos artículos los que acaparan casi el 70% del volumen despachado en pallets.

Dado el caso estudiado, se realiza el mismo análisis ABC para los envases, que muestra para el caso de los productos retornables, una curva aún más pronunciada, en la que un único producto es responsable del 80% del volumen.

Esto ocurre porque los envases se repiten para distintos artículos, variando el líquido de llenado y las etiquetas.

El centro de distribución que se estudia mueve pallets completos, de modo que no se realiza el ABC de líneas de pedido en este caso.

Para comenzar a dimensionar el Centro de Distribución será necesario definir la capacidad de almacenamiento requerida. Para este fin pueden estudiarse las políticas de stock de la compañía, combinadas con los datos de demanda real o el stock real que ha tenido en el período analizado, dependiendo de la información con la que se cuente. En caso de trabajar con las políticas de stock, habrá que considerar factores como las paradas de planta planificadas, stocks por retención de productos por cuestiones de calidad, problemas energéticos, etc, que alteren el stock real. En caso de trabajar con datos reales de stock, habrá que verificar nuevamente que los mismos no contengan información no representativa de la realidad (o detectar los valores afectados y modificarlos).

En el caso de análisis, se estudia el stock real de producto terminado, en comparación con la capacidad real del Centro de Distribución. Con una capacidad real de almacenamiento de 10.400 pallets y tal como muestra el gráfico II.II.3, el Centro de Distribución estudiado se encuentra actualmente saturado.

Al comparar la evolución de los stocks con los despachos para el mismo período, se puede observar que el CD va acumulando stock en los meses de menor despacho y finalmente se vacía, alcanzando un mínimo en el mes de mayores despachos.

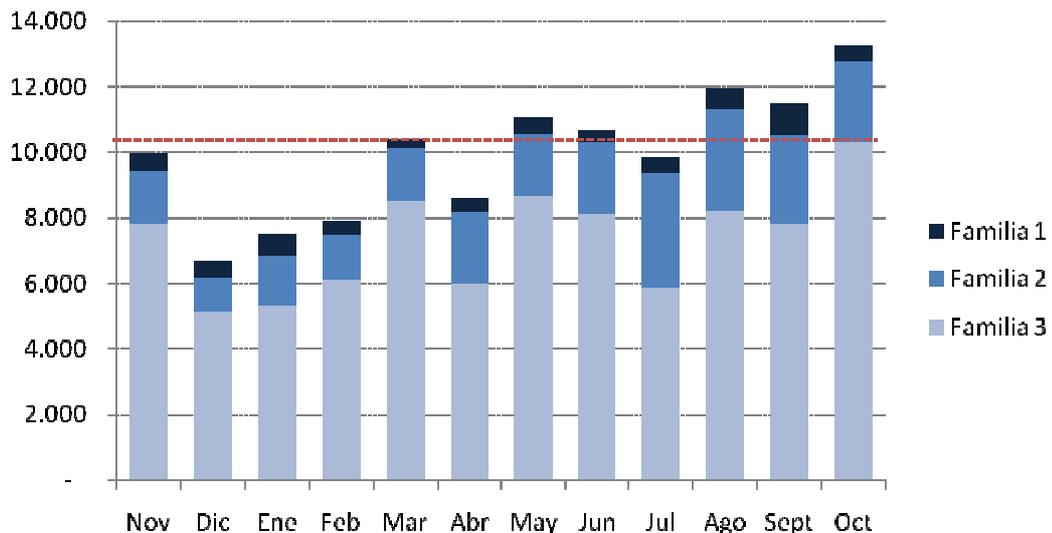


Gráfico II.II.3. Evolución de Stocks en pallets.

Otro análisis importante a realizar en los casos en que haya picking es la tipología de pedidos y de entregas, teniendo en cuenta que el picking es en general la operación que más recursos consume en un centro de distribución y que afecta directamente sobre el servicio al cliente. El análisis debe reflejar las cantidades de pallets completos y de pallets de picking, y la cantidad de líneas de pedido por pedido y por canal.

Al no haber picking en el caso estudiado, no se efectuó el análisis anterior. Sí se analizó la tipología de carga, que mostró que el 80% de los camiones despachados carga menos de 6 SKUs.

En caso que se decida trabajar con carga trasera, es además necesario dimensionar la cantidad de docks de carga y descarga y el staging necesarios para la operación del CD. Para esto, dependiendo de la información disponible en los sistemas, es posible estudiar la distribución real de ocupación de muelles y del staging, o tomar tiempos promedio de espera de camiones y de carga y descarga de los mismos, de acuerdo a la percepción del personal encargado de la operación. Será importante analizar esta información por hora, ya que es frecuente que la carga y/o descarga de camiones se concentren en rangos horarios reducidos.

En el caso estudiado se obtuvo una necesidad 400 posiciones a piso para el staging y 13 bocas, para cubrir los picos diarios de trabajo, como se observa en los gráficos que siguen:

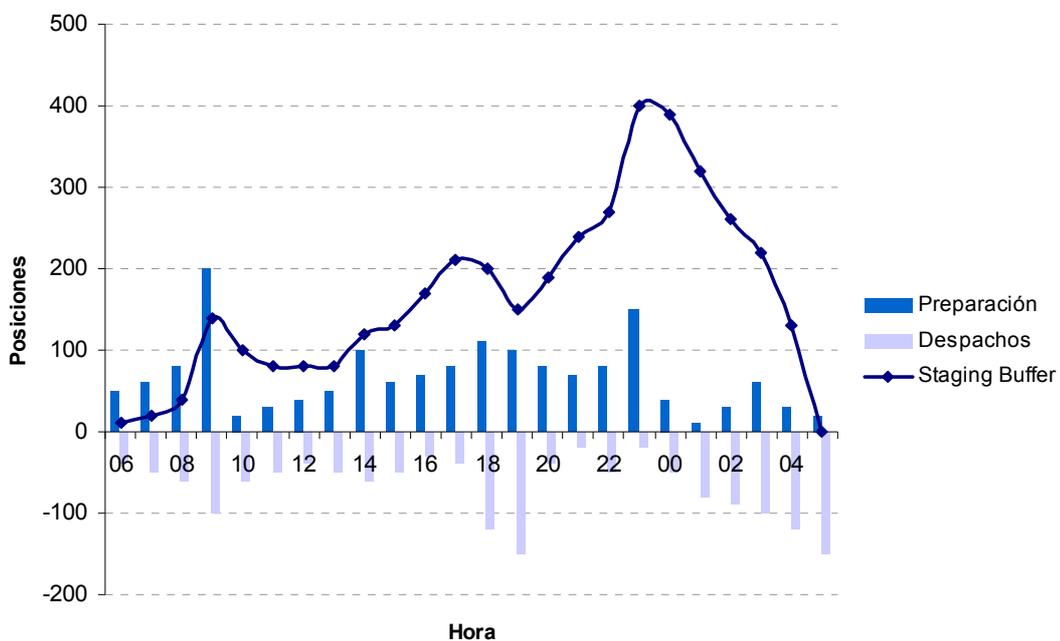


Gráfico II.II.4. Necesidad de staging.

Planificación Básica de un Centro de Distribución

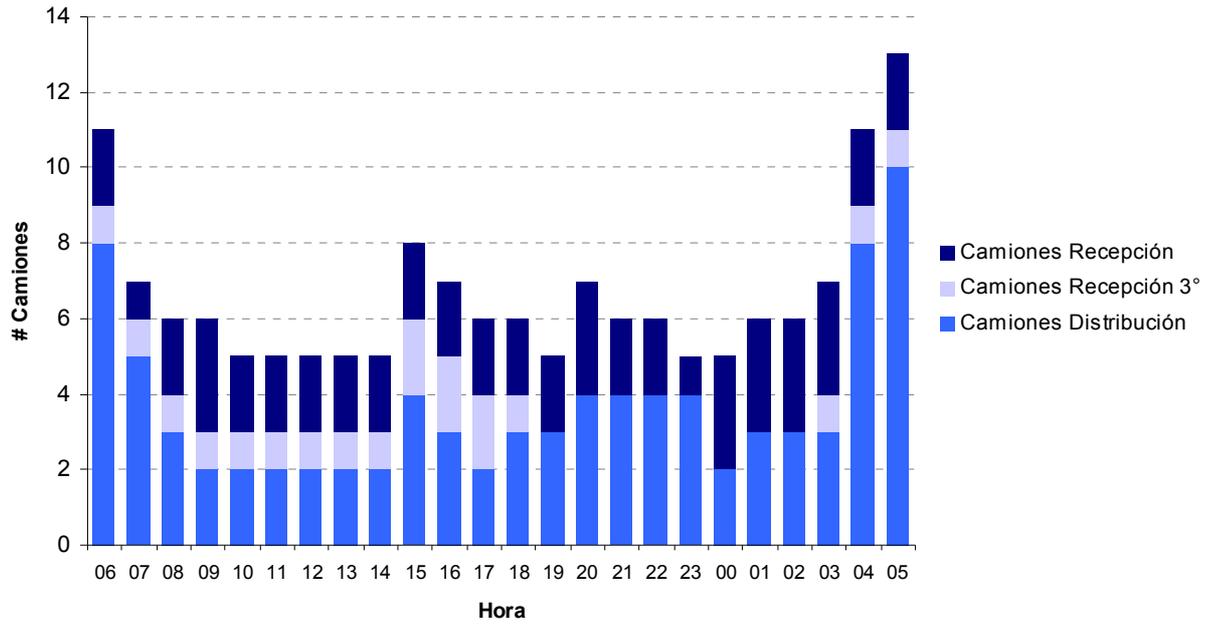


Gráfico II.II.5. Necesidad de docks.

II.IV. Proyecciones de crecimiento

Las proyecciones de las ventas requieren de un análisis que excede los límites de este estudio. Las mismas requerirán un período de análisis más extenso y el conocimiento de las decisiones estratégicas de la compañía. En este caso, se trabajará con proyecciones provistas por la empresa que se estudia, que pueden estar dadas en volumen, cantidad de clientes, etc., según el caso.

La empresa planteó un escenario de crecimiento, y, aplicando las extrapolaciones al modelo de despachos del período estudiado, se obtuvieron los resultados que se exponen en la tabla II.IV.1.

	2010	2011	2012	2013	2014
Familia 1	18.755	19.318	19.897	20.494	21.109
Familia 2	47.361	48.782	50.246	51.753	53.306
Familia 3	394.688	406.528	418.724	431.286	444.224
Total	460.804	474.628	488.867	503.533	518.639

Tabla II.IV.1. Proyección anual de despachos en pallets

Aplicando estas proyecciones a los ítems estudiados previamente en este capítulo, se obtiene un requerimiento de stock de producto terminado proyectado que genera una necesidad de almacenamiento máxima adicional a la actual de 7.000 pallets, como se observa en el gráfico que sigue.

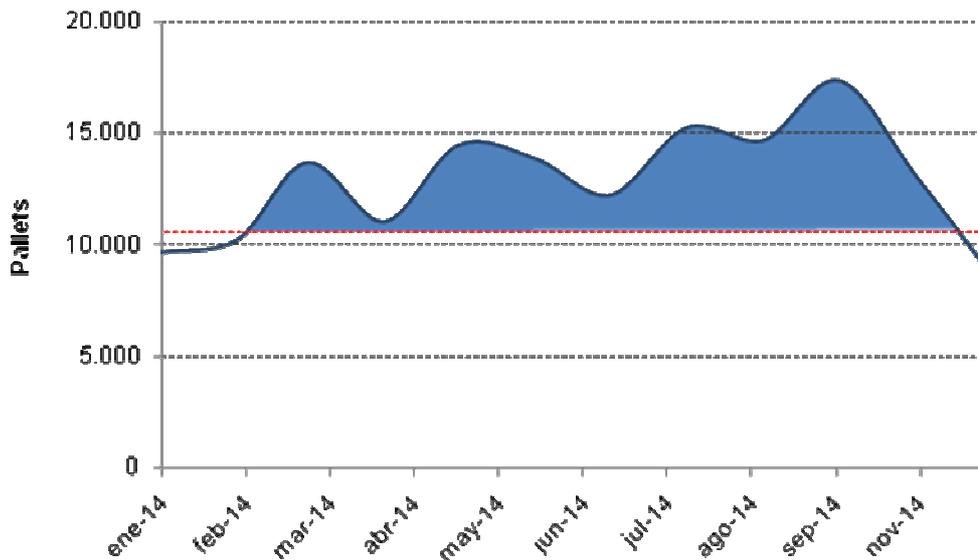


Gráfico II.IV.1. Requerimiento de stock 2014

El requerimiento de dimensionado está expresado en valores netos de pallets. Para el dimensionado se empleó un factor del 20% de vacío operativo,

incrementando la capacidad bruta de almacenaje. El vacío operativo depende de la estantería que se utilice. Este concepto será profundizado en el capítulo que sigue.

A partir de las proyecciones se calcula además el requerimiento de insumos, que para el 2014 se proyecta en un promedio de 170 pallets diarios, necesarios para abastecer a las líneas de llenado de la planta. También se requiere de espacio físico para generar un stock de cajones con botellas vacías para alimentar a las líneas de llenado, equivalente a 1.500 pallets diarios.

Finalmente se proyecta una necesidad de 16 docks totales y 450 posiciones de staging.

II.V. Conclusiones

Al aplicar los conceptos definidos en este capítulo al caso estudiado, se arribó a las siguientes conclusiones:

En cuanto a infraestructura:

- Infraestructura existente insuficiente para absorber las proyecciones de crecimiento de la empresa.
- Depósitos estancos sin comunicación interna, generando recorridos extensos
- No existe señalización de pasillos de almacenaje, se depende del conocimiento del operario

En cuanto a la operación:

- Existencia de flujos cruzados entre el abastecimiento de insumos y la salida de PT. Los esqueletos cruzan la zona la playa de cargas
- La materia prima invade la marquesina de cargas
- Las interferencias impactan directamente sobre la productividad de la operación
- Excesiva presencia de vidrios en los pasillos de circulación
- En función del crecimiento de la planta, el depósito de insumos ocupa un lugar valioso para la operación de almacenaje de PT o envases

Oportunidades de mejora:

- Replanteo de los flujos de la operación, insumos y PT
- Replanteo del layout interno de las naves en busca de sinergia operativa y reducción de recorridos
- Análisis de utilización de estanterías para productos de baja apilabilidad
- Relocalización del depósito de insumos
- Potencial carga diferenciada para camiones monoproducto, dada la tipología de carga.
- Sistematización de las operaciones y señalización de sectores

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

III.1. Introducción

Una vez establecida la base para el dimensionado, se procederá a responder la pregunta que sigue: ¿cómo?. En esta etapa se analizarán diversas alternativas de solución, de acuerdo a los resultados obtenidos en la fase anterior.

Las alternativas de solución incluirán alternativas de flujo operativo, que determinarán la configuración edilicia; y alternativas técnicas, que incluirán la selección de equipamiento.

Se estudiarán las diversas alternativas y se determinará cuál se adapta mejor a los requerimientos del Centro de Distribución estudiado, minimizando los componentes de costo (espacio, mano de obra y capital) asegurando un nivel de servicio determinado.

III.II. Ubicación del Centro de Distribución

Cuando se trate de un nuevo Centro de Distribución, el primer paso será determinar la localización del mismo. El objetivo fundamental será minimizar las distancias recorridas y así los costos de transporte, al mismo tiempo que se mejora la capacidad de respuesta a los clientes. Para esto se calcula un baricentro con la ubicación y el volumen que mueve cada una de las plantas productivas y cada uno de los clientes para un período determinado.

Sin embargo, hay más factores a tener en cuenta. Fundamentalmente se pueden mencionar:

- Ubicación de plantas productivas y volúmenes de producción.
- Ubicación de clientes y consumo de cada uno de ellos.
- Cantidad y calidad de los accesos
- Disponibilidad de tierras
- Zonificación (industrial, residencial, comercial, etc.)
- Entorno (barrios peligrosos, empresas vecinas, etc)

En el caso de estudio se trabaja con un Centro de Distribución existente, de modo que la localización del mismo queda fuera del análisis.

III.III. Alternativas de Lay-Out

El Lay-Out consiste en la ordenación física de todos los elementos incluidos en el Centro de Distribución. *“El principal objetivo es que esta distribución de elementos sea eficiente y se realice de forma tal, que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa.”* (De la Fuente García & Fernández Quesada, 2005).

A continuación se mencionan los principales tipos de flujos horizontales, que se relacionan directamente con el lay out del Centro de Distribución:

- Flujo en I: Es la forma más simple de flujo, en que los materiales o productos entran por un extremo y los productos finales salen por otro. Este tipo de flujo es adecuado para Centros de forma rectangular.



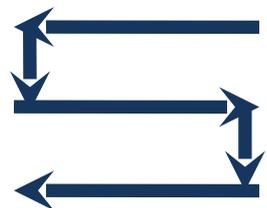
- Flujo en L: Es similar al flujo anterior y se utiliza cuando en espacio disponible no se adapta al flujo en I.



- Flujo en U: Tanto la entrada como la expedición de productos están en el mismo extremo. Es de supervisión más fácil que los flujos en I o en L, ya que un solo operario puede vigilar varias máquinas al tenerlas físicamente cercanas, y también aprovecha mejor el espacio.



- Flujo en S: Se utiliza cuando hay un proceso tan largo que requiere un recorrido en zigzag que ocupe el espacio del Centro de Distribución. Este tipo de flujo proporciona una utilización eficiente del espacio y, al ser compacto, permite una rápida supervisión.



- Flujo en O: Se emplea cuando hay operaciones que se realizan sobre mesas giratorias, o según un sistema giratorio. Las piezas pasan de una fase a otra y, al salir del circuito en O, se ha llevado a cabo una serie completa de operaciones, y las piezas pueden sufrir una revisión antes de pasar al segundo circuito en O, con su correspondiente serie de operaciones, o a la sección de montaje siguiente, y así sucesivamente.



Los flujos horizontales pueden aplicarse en una o en varias plantas. En el caso de más de una planta, será necesario estudiar también los flujos verticales y habrá que prever elementos para elevación y descenso de los materiales, como montacargas, autoelevadores, cintas transportadoras, toboganes, etc.

En el caso estudiado, se cuenta con un centro de distribución de una única planta en el que no se efectúa ningún proceso adicional de agregado de valor a

los productos. Dadas las características de este centro de distribución, se analizan los siguientes flujos horizontales:

1. Flujo en U: Con playa de retornos enfrentada, con ampliación lateral.

Vantajas:

- Dualidad en el uso de las puertas de acceso
- Alta disponibilidad de puertas de acceso
- Se mantiene el esquema de operación actual

Desventajas:

- El stock especializado por línea resulta insuficiente, obligando a estibar producto terminado en otros sectores disponibles, incrementando los recorridos e interferencias
- Excesivas interferencias entre flujos operativos, como consecuencia de la ubicación de las estibas de retorno

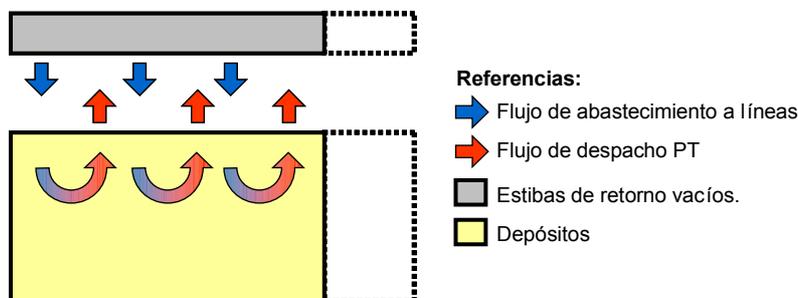


Figura III.II.1. Flujo en U, con ampliación lateral

2. Flujo en L: Con playa de retornos especializada a los laterales, con ampliación hacia el frente.

Ventajas:

- Permite abastecer a las líneas minimizando los recorridos y las interferencias con otras operaciones
- Admite estibas de retornos especializadas
- La ampliación hacia el frente incrementa la capacidad de almacenaje de producto terminado exclusivo por línea

Desventajas:

- Inversión en demolición de edificios existentes
- Requiere de cambios en los procesos operativos de recepción
- Descentraliza el control de la recepción de retornos

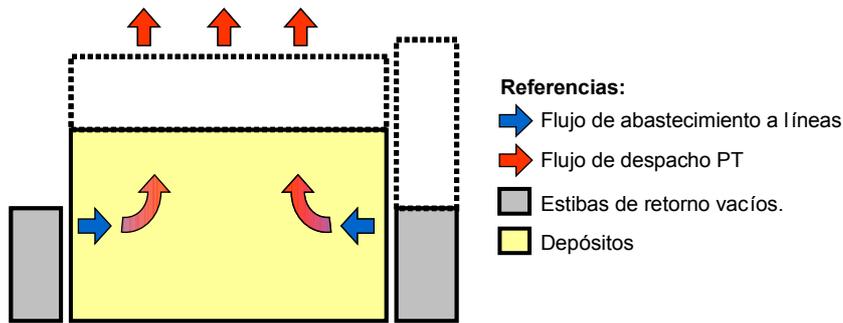


Figura III.II.2. Flujo en L, con ampliación hacia el frente

3. Flujo en U con playa de retornos enfrentada y nuevo depósito.

Ventaja:

- Dualidad en el uso de las puertas de acceso
- Alta disponibilidad de puertas de acceso
- Se mantiene el esquema de operación actual
- Se duplica la capacidad de bocas para carga

Desventajas:

- Bajo stock de producto terminado por línea, lo que requiere el traslado de producto al nuevo edificio, ya sea mediante camiones o mediante un sistema de automatización
- Presenta dificultades para el posicionamiento de productos en función del FEFO. Una carga puede requerir productos de ambos depósitos
- No se solucionan los problemas por interferencias entre operaciones
- No soluciona el problema de extensos recorridos para el abastecimiento de envases y esqueletos

Planificación Básica de un Centro de Distribución

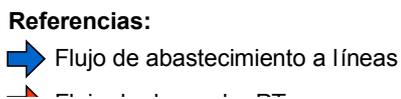
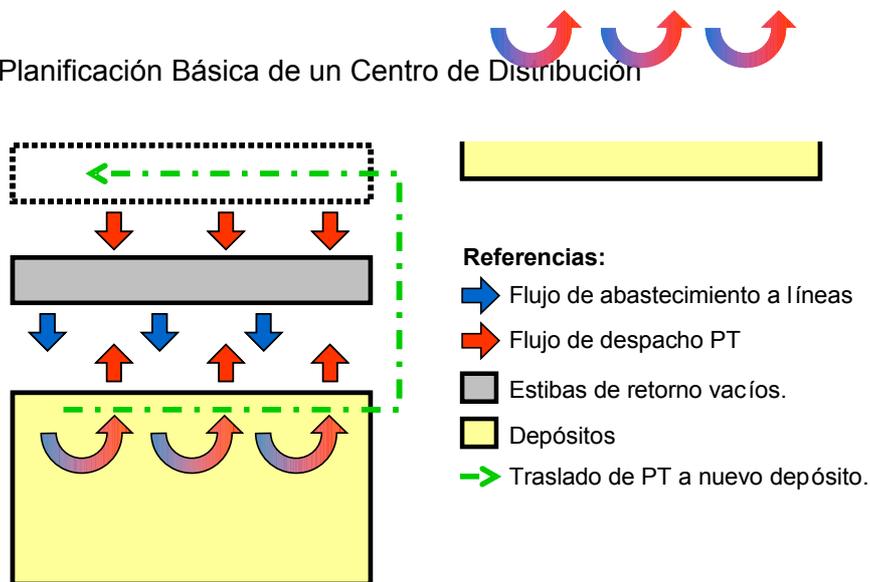


Figura III.II.3. Flujo en U, con un nuevo depósito

A fin de seleccionar la alternativa de flujo más conveniente, se efectuó un análisis cualitativo, evaluando los beneficios operativos de cada una, partiendo de la base del lay out actual de la planta. Dicho análisis se muestra en la tabla que sigue y resulta en la selección de la alternativa número 2, con flujo en L y ampliación hacia el frente.

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Flujos operativos	Flujo en U	Flujo en L	Flujo en U
Operaciones de deposito	Centralizadas	Centralizadas	Descentralizadas
Operaciones de retorno y abastecimiento a líneas	Centralizadas	Descentralizadas	Centralizadas
Aprovechamiento de portones	No se aprovecha	Bien aprovechados	Bien aprovechados
Playa de carga	Invadida por retornos	Optimizada	Invadida por retornos
Flujos internos	Con interferencias	Simple	Con interferencias
Recorridos internos	Extensos	Optimizados	Muy extensos
Futura ampliación	No alineada con requerimientos de stock	Alineada	No alineada con requerimientos de stock
Carga por FEFO	Alineado	Alineado	Potenciales complicaciones

Tabla III.II.1. Alternativas de flujo horizontal. Análisis cualitativo de alternativas.

En cuanto a la playa de operaciones, actualmente la carga y la descarga se encuentran centralizadas, como se observa en la siguiente figura:

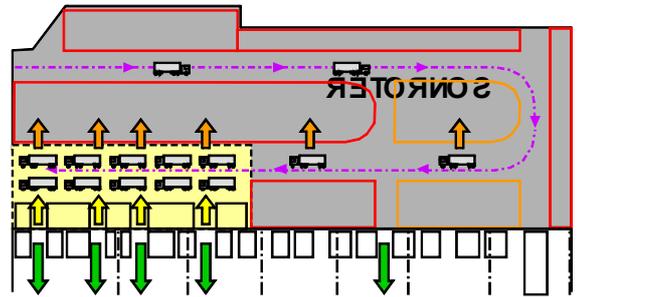


Figura III.II.4. Playa de operaciones Actual

Ya en el análisis de infraestructura actual se había mostrado el lay out completo con los flujos correspondientes. Analizando concretamente la playa de operaciones, se encuentra un exceso de interferencia entre flujos. Además, la marquesina de carga actúa como un cuello de botella, lo que hace necesario analizar una alternativa de playa, que además esté alineada con la alternativa de flujo horizontal seleccionada.

Se propone entonces un stock diario de vacíos en los laterales del edificio, junto con un stock estacional de vacíos estibados en una calle independiente de la operación de carga. En el esquema propuesto los camiones estacionan a 90°, manteniendo la calle de circulación libre de obstáculos y disminuyendo las interferencias, como se muestra en la figura III.II.5.

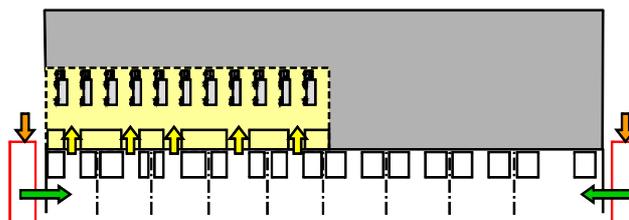


Figura III.II.5. Playa de operaciones propuesta

III.IV. Sistemas de Gestión de Almacenes

El SGA o WMS, por sus siglas en inglés (Warehouse Management System), es un sistema informático que gestiona las operaciones de un centro de distribución a través de la administración de sus recursos.

La principal función del SGA es registrar los productos que se reciben en el Centro de Distribución y los que se despachan desde el mismo, lo que resulta fundamental para llevar a cabo las transacciones financieras.

Puede incorporarse al SGA una función de localización de stock, que permite administrar la ubicación del inventario dentro del depósito, dando soporte a las operaciones de guardado, preparación de pedidos y despacho.

A fin de mantener la trazabilidad de las actividades del Centro de Distribución en tiempo real, la base de datos debe soportar actualizaciones simultáneas desde distintas fuentes (compras, recepciones, preparación de pedidos, despachos, etc.).

Los objetivos fundamentales de estos sistemas son:

- Optimizar la operación del Centro de Distribución a través de la gestión de sus recursos.
- Minimizar los costos logísticos operativos.
- Mejorar el nivel de servicio a clientes.
- Suministrar estadísticas y elementos de control confiables.
- Conocer on-line el inventario físico y sus estados logísticos (bloqueado, en tránsito, disponible, reservado)
- Balancear la carga de trabajo del CD durante el día.
- Optimizar carga de camiones
- Gestión de transportes, turnos de carga, ingreso, asignación de planillas.

III.V. Alternativas Técnicas

Según Maltz y Speh, usualmente en un Centro de Distribución el espacio se distribuye en promedio del siguiente modo:

- Almacenamiento: 49%
- Pasillos: 16%
- Picking y Satging: 27%

Es posible entonces que el sistema de almacenaje utilizado afecte hasta un 70% u 80% del espacio total requerido, de modo que resulta fundamental seleccionar el sistema más adecuado para cada caso.

“Hay tres componentes principales en cualquier sistema de almacenamiento de pallets: el pallet (Unidad de carga), el módulo de almacenamiento y los equipos de movimiento de materiales. El sistema de almacenaje óptimo será también afectado por el edificio en el cual se almacenarán y a través del cual se moverán los pallets.” (Sisko & Muller, 2003)

En cuanto al edificio, la altura libre y los anchos entre pasillos son factores fundamentales que pueden actuar como limitantes en la selección de los módulos de almacenamiento y los equipos de movimiento de materiales.

Unidad de carga

En este estudio se analizan los pallets como unidad de carga, sin embargo a través de un Centro de Distribución pueden moverse otras unidades, como roll containers o cajas por ejemplo. Según el caso, puede resultar necesario diseñar una solución especial.

El ancho, la profundidad y la altura de un pallet serán los principales factores que determinen los posibles métodos de almacenamiento a utilizar. En Argentina los pallets se encuentran normalizados y son de 1m de profundidad por 1,20m de ancho, mientras que la altura dependerá del producto que en ellos se coloque.

Otro factor a considerar será el peso de la carga en un pallet. Como máximo, el pallet arlog normalizado admite 1,5 toneladas. Es necesario evaluar el peso promedio y el peso máximo con que se trabajará para dimensionar las estanterías que se seleccionen.

Finalmente, otro factor a analizar relacionado con los pallets será la apilabilidad de los mismos. Nuevamente, la apilabilidad dependerá de los productos que se coloque en los pallets. La apilabilidad se define como el máximo número de pallets que es posible apilar, manteniendo la estabilidad y sin comprometer al producto, dependiendo directamente de la fragilidad del mismo.

Módulos de Almacenamiento

El módulo de almacenamiento debe ser analizado en detalle, ya que dependiendo del tipo de producto que se almacene, el stock proyectado, los lotes de producción y la rotación del mismo, algunos módulos pueden generar una baja utilización de las posiciones disponibles debido a la baja selectividad de los mismos (lo que se llamó anteriormente Vacío Operativo). Por este motivo, habrá que analizar para cada caso la utilización que provee cada módulo para los productos que se quiere almacenar, junto con la densidad que dicho módulo brinda, dependiendo de la profundidad que se defina para el mismo, nuevamente en función del stock proyectado, los lotes de producción y la rotación de los productos.

También resulta importante contemplar los tiempos de operación que genera cada alternativa, que dependerá del módulo de almacenamiento, el equipo de movimiento seleccionado, y su disposición en el layout

1. Almacenaje en Bloque

Es el modo más simple de almacenamiento, que no requiere ningún tipo de estantería, sino que los pallets se almacenan sobre el suelo, apilados unos sobre otros separados por pasillos a fin de tener fácil acceso a cada uno de ellos. Esta modalidad brinda alta flexibilidad, tanto para el diseño del lay out como para un futuro crecimiento del mismo.

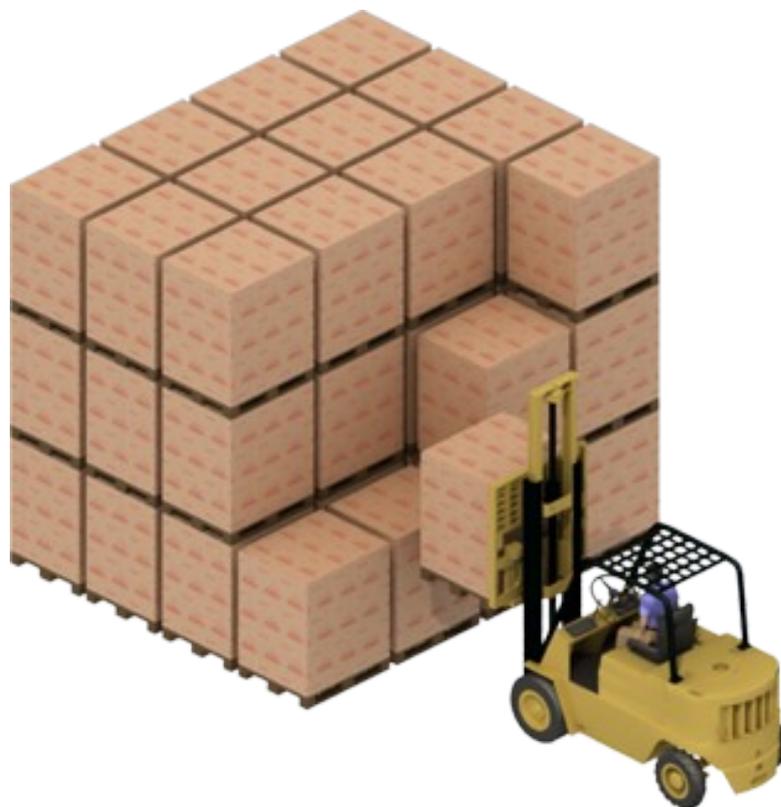


Figura III.III.1. Almacenaje en Bloque

El almacenaje en bloque permite un alto aprovechamiento del volumen, aunque depende directamente de la apilabilidad de los pallets que se están almacenando, y debe tenerse en cuenta que es común el daño en el primer nivel, por compresión de las camadas más altas. En cuanto a la selectividad, admite una referencia por canal y no es recomendable para picking. Finalmente, esta modalidad no admite un sistema de rotación tipo FIFO, sino que el último pallet ingresado será el primero en salir (Last In First Out).

Usualmente es utilizada en edificios bajos, que admiten una apilabilidad de 2 o 3 pallets, haciendo que no resulte económicamente viable la utilización de racks. Esta modalidad es también muy común para el almacenaje de productos voluminosos de alta rotación.

Al no requerir de estanterías, esta técnica de almacenaje no requiere de inversión alguna.

2. Estantería selectiva simple

Estos módulos de almacenaje tienen una profundidad de un pallet, de modo que cada pallet tiene acceso individual. Por lo general los racks se ubican espalda con espalda, formando varios pasillos, o, en los extremos, contra las paredes, dejando el piso libre para otros usos.

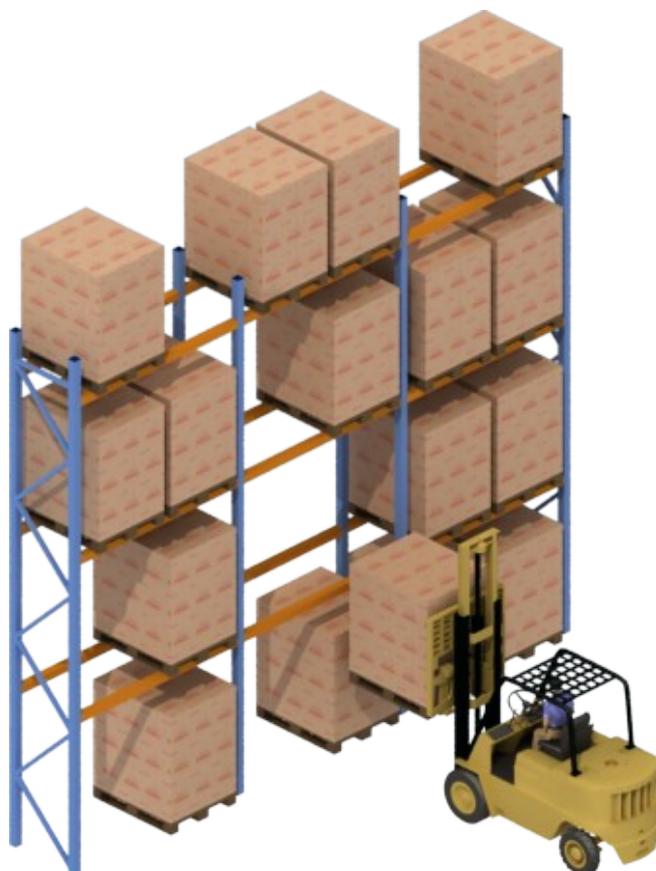


Figura III.III.2. Estantería Selectiva

La principal ventaja de esta modalidad es el acceso directo a cada pallet, es decir, la selectividad que brinda (una referencia por posición). Admite cualquier sistema de rotación y resulta eficiente para la operación de picking. Además, al ser un sistema de almacenaje estándar, no requiere de equipamiento especial.

Por otro lado, esta técnica no presenta un buen aprovechamiento del volumen. Típicamente se utiliza en productos que requieren alta selectividad.

Estas estanterías están disponibles también en doble profundidad, aumentando la densidad de almacenaje y haciendo un mejor aprovechamiento del volumen. En este caso sin embargo, no basta con un autoelevador convencional, y la operación es más lenta.

3. Estanterías Drive in o Drive Through

Estas estanterías permiten que los productos de baja apilabilidad sean almacenados verticalmente y en profundidad, brindando un alto aprovechamiento del volumen al eliminar los pasillos entre estanterías. Para esto, el equipo de movimiento penetra en las estanterías.

Presentan además cierta flexibilidad para el crecimiento modular.

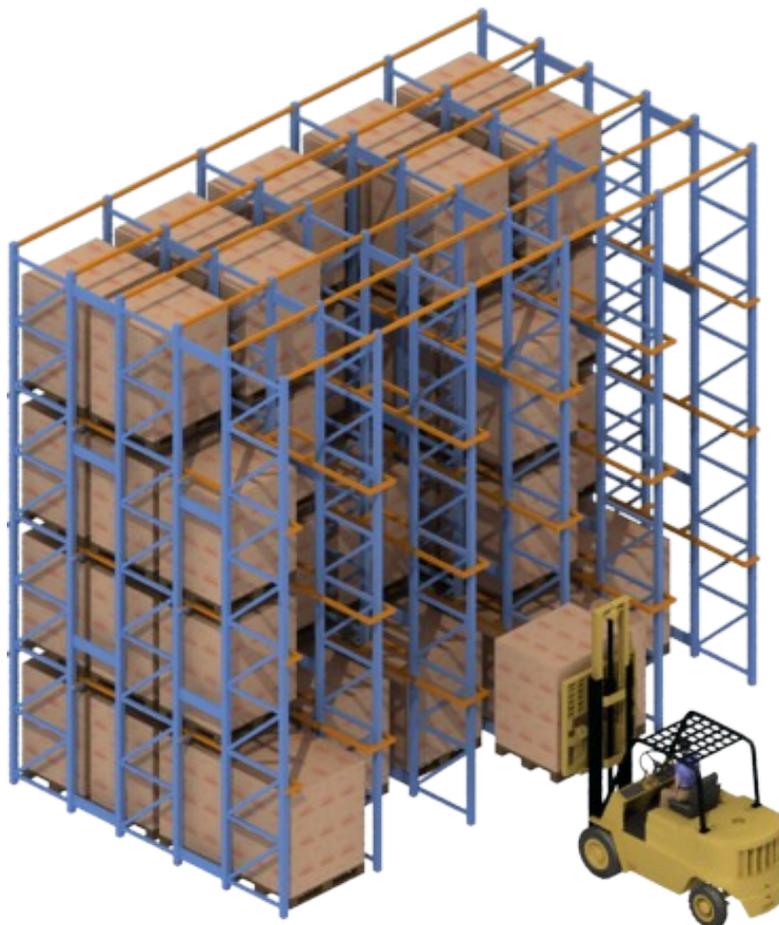


Figura III.III.3. Estantería Drive In

La más común de estas estanterías es la Drive In, que permite una configuración “espalda con espalda”, sin embargo, la misma no admite una rotación de tipo FIFO. Para operaciones que requieren estrictamente este tipo de rotación, se utilizan las estanterías tipo drive through, que tienen acceso a ambos lados, pero tienen un menor aprovechamiento del espacio, aunque también alto.

La selectividad de estas estanterías es baja, almacenando una referencia por módulo y existen bastantes limitaciones para establecer clasificaciones o fechas de caducidad.

Por otro lado, las operaciones de mantenimiento suelen ser lentas y una vez establecido el sistema es muy difícil modificarlo.

Este tipo de estanterías se utiliza básicamente para productos de baja rotación y grandes lotes de producción.

4. Estantería Dinámica

Las estanterías dinámicas trabajan mediante un sistema de rodillos con unos grados de inclinación, de modo que los pallets se ingresan por un

frente y se desplazan por gravedad hacia el otro, haciendo que el primer pallet en ingresar sea el primero en salir (modalidad FIFO).

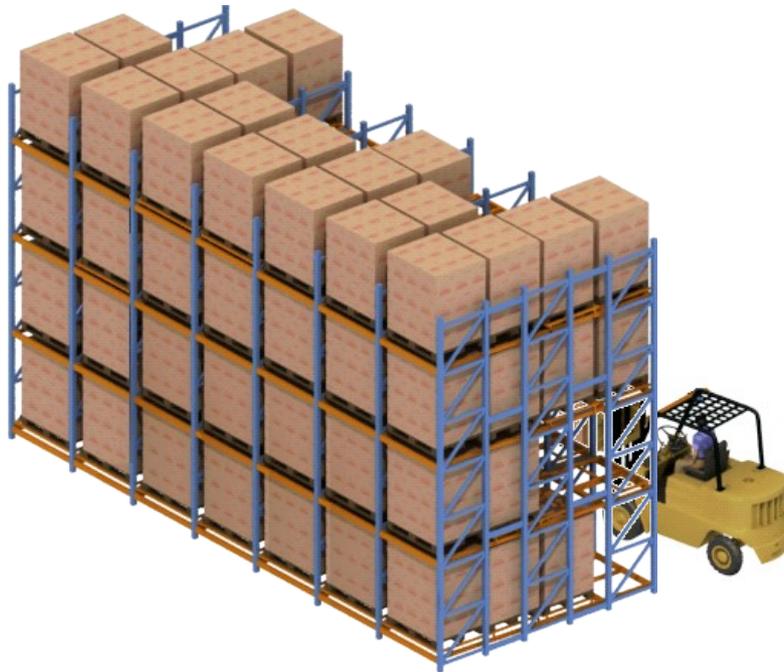


Figura III.III.3. Estantería Selectiva

La selectividad que brindan es de una referencia por canal y son una forma de almacenaje compacto.

La profundidad de los canales dinámicos típicamente no exceden los 8 pallets ya que el factor de inclinación puede reducir la cantidad de niveles verticales. La inclinación depende del peso de la carga.

El movimiento de los pallets por gravedad reduce el tiempo de viaje y el riesgo de errores, aunque existe un riesgo de que una carga aplaste a la otra cuando se desliza por la pendiente de las estanterías.

Se requieren grandes inversiones para su implantación y presenta grandes dificultades para modificar este sistema de almacenamiento.

Este tipo de estanterías resulta ideal para depósitos de productos perecederos y stocks intermedios por ejemplo.

5. Estantería Push Back

Estas estanterías también permiten almacenar productos de baja apilabilidad verticalmente y en profundidad. En este caso los pallets se colocan desde el frente, utilizando cada uno para empujar al anterior en un cierto canal. Las estanterías presentan una pequeña inclinación, haciendo uso de la gravedad, y un sistema permite ingresar los pallets y luego hace un tope evitando que caigan. La carga y la descarga se realizan a través de un pasillo central.



Figura III.III.4. Estantería Push Back

Esta estantería brinda una selectividad de una referencia por canal, que resulta mayor que las tipo drive in / throug, pero menor que las estanterías selectivas.

El aprovechamiento del volumen es alto, y hay flexibilidad para el crecimiento modular.

La rotación en esta modalidad es de tipo FIFO.

En cuanto a las desventajas, estas estanterías no brindan acceso directo a los pallets, requieren de una alta inversión y tienen altos costos de mantenimiento.

Se utilizan fundamentalmente para almacenar productos de alta rotación y lotes de producción medianos.

6. Otros sistemas de almacenamiento

Sistema Móvil:

Este sistema utiliza estanterías convencionales instaladas en unas plataformas situadas sobre los carriles y requiere de suministro eléctrico para su movimiento, por lo que la conexión eléctrica debe encontrarse cerca del almacén, y requiere la realización de trabajos de infraestructuras para su implantación. El sistema es rígido, por lo que dificulta una posible modificación posterior.

Este tipo de estanterías permite el almacenamiento de mercancía muy heterogénea en lo que se refiere a dimensiones.

Se accede fácilmente a la mercancía y se reduce significativamente la cantidad de pasillos, generando una gran densidad de almacenamiento.

Estanterías Cantilever:

Están constituidas por una estructura central resistente en la que se apoyan horizontalmente unos brazos que constituyen las estanterías.

Almacenes Autoportantes:

Se caracterizan porque las propias estanterías forman parte de la estructura propia del edificio. Comparando con otros sistemas es el más económico. Se utiliza especialmente en almacenes automatizados.

Equipos de Movimiento

1. Transpaletas

Las transpaletas sirven para mover pallets sólo al nivel del suelo, salvo algunos casos especiales en que se hacen algunas modificaciones a las transpaletas permitiendo elevar la carga. Las mismas pueden ser hidráulicas o eléctricas, y en este último caso, dependiendo del modelo, el operario puede ir a pie o montado en una plataforma de la transpaleta. Las transpaletas se caracterizan por su facilidad de manejo y su mínimo mantenimiento, aunque suelen ser eficientes sólo para recorridos menores a 40m, encontrándose generalmente en los muelles de carga y descarga.

Las transpaletas requieren para maniobrar de pasillos de entre 1.6 y 1.85 m de ancho y pueden levantar un peso máximo de 2 Tons en el caso de las hidráulicas y 3 Tons en el caso de las eléctricas.



Figura III.III.5. Transpaleta hidráulica y transpaleta eléctrica, de izquierda a derecha

2. Apiladoras

Son máquinas intermedias entre una transpaleta y un autoelevador en que el operario se traslada de pie y poseen unos cilindros hidráulicos que permiten elevar la carga. La mayoría de las apiladoras son a batería para facilitar el traslado y la elevación de la carga, pero existen algunos modelos manuales en los que los mecanismos de elevación son activados por bombeo.

Las apiladoras requieren para maniobrar de pasillos de entre 2 y 2.2 m de ancho y pueden alcanzar una altura máxima de 7 m y levantar un peso máximo de 1.5 Tons.



Figura III.III.6. Apiladora

3. Autoelevadores

Son los equipos básicos más versátiles para el movimiento de materiales, pudiendo operar en los docks, cargar y descargar camiones, trasladarse sobre rampas y manejar distintos tipos de unidades de carga dentro y fuera de los módulos de almacenamiento.

Existen distintos tipos de autoelevadores: de tres o cuatro ruedas, con operario sentado o parado, eléctricos o a combustión, dependiendo de la capacidad y el uso requeridos.

Los autoelevadores requieren para maniobrar de pasillos de entre 3 y 3.5 m de ancho y pueden alcanzar una altura máxima de 7.5 m. Los modelos de interior generalmente levantan una carga de entre 0.9 y 2.7 Tons, mientras que los modelos de exterior pueden alcanzar una carga de hasta 16 Tons.



Figura III.III.7. Transpaleta Autoelevador

4. Reach Trucks

Estos equipos permiten operar en pasillos más angostos y alcanzar alturas mayores que un autoelevador, pero son menos versátiles ya que las pequeñas ruedas delanteras y la altura del mástil generalmente no permiten ingresar a un camión.

Generalmente pueden alcanzar una altura máxima de 11 m y levantar un peso de 2 Ton. Si bien pueden operar con pasillos de hasta 2.5 m, para elevar la carga al máximo de la altura permitida, se requieren generalmente pasillos de entre 2.7 y 2.9 m.



Figura III.III.8. Reach truck

5. Reach Trucks Doble Profundidad

La diferencia con los anteriores es que los Reach truck de doble profundidad poseen un mecanismo que les permite extender las uñas hasta la segunda posición, permitiendo operar en estanterías de doble profundidad. Si bien pueden operar con pasillos de hasta 2.7 m, debido a que tienen un mecanismo más pesado, para elevar la carga al máximo de la altura permitida, se requieren generalmente pasillos de entre 3 y 3.2 m.



Figura III.III.9. Reach truck Doble Profundidad

6. Montacargas trilateral

Están diseñados para trabajar en pasillos muy angostos (1.5 – 1.9 m) y alcanzar grandes alturas (15 m).

El equipo en si mismo no está diseñado para girar dentro de los pasillos, sino que tiene un mecanismo en que las horquillas pueden girar hasta 90° hacia la izquierda o la derecha.

Usualmente esta máquina requiere de algún dispositivo, como rieles o cables en el suelo, que lo guíen a través del pasillo.

Existen dos tipos de montacargas trilaterales, de acuerdo a la ubicación del operario (fijo al nivel del suelo, o moviéndose verticalmente con la carga).

La capacidad de carga oscila entre 1 – 1.5 Tons.



Figura III.III.10. Montacargas transversal

7. Order Pickers / Carretilla recogepedidos

Está compuesta por una cabina donde se sitúa el conductor, tras la cual se encuentran las horquillas.

Estos equipos presentan modelos para pickear al nivel del suelo y otros que elevan al operario, para realizar esta tarea en niveles más altos. En el último caso, la altura máxima de apilado es de 4.5 m.

Este equipo soporta una carga de entre 0.5 y 1 Tons y requiere para operar de un pasillo de 1.2 m de ancho.

8. Sistemas de almacenamiento con movimiento y sin traslado:

Son equipos que se fijan al suelo del edificio y presentan la ventaja de permitir un transporte continuo de mercancías de flujo constante. A este grupo de equipos pertenecen todos los tipos de cinta transportadora, siendo las siguientes las más utilizadas:

- Cinta transportadora de banda: Está constituida por una plataforma deslizante o banda sinfín, de goma u otro material. Su utilización es usual en casos de transporte de productos a granel.
- Cinta transportadora de rodillos: Está formada por una pista de rodillos que a su vez están montados sobre rodamientos.
- Cinta transportadora mixta: Está constituida por las cintas de bandas y las de rodillos

- Grúas aéreas: Son equipos de transporte que están fijados al techo y generalmente en la parte más elevada del almacén, lo que permite el transporte de la mercancía desde una parte a otra del local.



Figura III.III.11. Cinta transportadora de banda

2. Otros equipos especializados

Autoelevadores articulados:

Son, como su nombre lo indica, autoelevadores diseñados con un punto de articulación entre el cuerpo del equipo y las horquillas. La totalidad del mecanismo de elevación puede girar casi 90° hacia derecha o izquierda, lo que permite que operen en pasillos de hasta 2.1 m, manteniendo todas las funciones de un autoelevador convencional.



Figura III.III.12. Autoelevador Articulado

Sideloaders

Es un tipo de equipo muy especializado, en que, como indica el nombre en inglés, las horquillas se encuentran montadas a un costado del cuerpo del equipo.

Se utilizan principalmente para manejar cargas largas, moviéndolas en forma paralela.

El ancho de pasillo debe dimensionarse en función al ancho del equipo y a la carga que se quiera mover.



Figura III.III.13. Sideloader

En caso de almacenes automatizados, se utilizan otros equipos, como transelevadores o montacargas guiados por rieles.

Combinación de módulos de almacenamiento y equipos de movimiento

A la hora de diseñar un Centro de Distribución es importante considerar que no todos los equipos de movimiento pueden utilizarse con cualquier técnica de almacenamiento, como se fue mencionando en algunos casos.

En el cuadro que sigue Sisko y Muller resumen las alternativas recomendadas:

MÓDULO DE ALMACENAMIENTO	EQUIPO DE MOVIMIENTO				
	Pallets de profundidad	Autoelevador	Reach Truck	Reach Truck Doble Prof.	Montacargas transversal
Bloque	2 - 8	X	O	O	-
Drive In	2 - 8	X	O	O	-
Push Back	2 - 5	X	X	O	O
Dinámicas	2 - 8	X	X	O	O
Selectiva Doble Prof.	2	-	-	X	-
Selectiva Simple	1	X	X	O	X
Altura máxima de elevación (Modelos)		6	10,5	10,5	13,7
Ancho Pasillo [m]		3 - 3,5	2,7 - 2,9	3 - 3,2	1,5 - 1,9
Referencias:	X Ideal	O Posible	- No posible		

Tabla III.III.1. Combinación de módulos de almacenamiento y equipos de movimiento

Para el caso de estudio, en cuanto a la configuración interna se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones para el desarrollo de las propuestas:

- El CD presenta el 100% de sus estibas bajo la modalidad de bloque, situación que se presenta desfavorable al momento de sobrestockear productos de baja apilabilidad.
- Se incluyeron pasillos de circulación interna de forma tal que se vinculen más eficientemente los depósitos y sectores productivos.
- La circulación general debería facilitar el tráfico hacia las líneas de llenado y entre la zona salida de producto terminado y los sectores para estiba y despacho.

Para un estudio de densificación de almacenaje, se analizaron las características de las técnicas antes descritas en función de los requerimientos específicos de las operaciones de este centro. A partir del análisis comparativo, se recomendó finalmente la utilización de:

- Almacenaje en bloque para todos los productos de apilabilidad 2,5 / 3.
- Estanterías selectivas para el almacenaje de insumos
- Estanterías drive-in para productos de apilabilidad 1.

Las estanterías dinámicas y push-back se descartaron debido a su elevado costo.

En cuanto a los equipos de movimiento, se definió el uso de autoelevadores convencionales, ya que pueden utilizarse con todos los módulos de almacenamiento que se están definiendo, y permite además aprovechar los equipos con los que cuenta la empresa en la actualidad. En cuanto a la densificación, si bien los autoelevadores requieren pasillos más anchos que otros equipos, teniendo en cuenta que la mayor parte de la mercadería se almacenará en bloque, este punto no resulta determinante en la decisión.

Solución de Picking

El picking consiste en la preparación de pedidos donde la unidad en que se estructuran dichos pedidos es menor que la unidad que se maneja en el Centro de Distribución. Puede tratarse de un picking de unidades cuando se extraen productos unitarios de una caja, o un picking de cajas, cuando se recogen cajas de un pallet o de un contenedor.

El picking es una operación altamente demandante de recursos como horas hombre, horas máquina e información, y por lo tanto, costosa.

A fin de reducir el trabajo de picking se recomienda ajustar las cantidades pedidas a múltiplos de unidades mayores, como camadas o pallets, y, dentro de lo posible, ajustar la cantidad de unidades por caja en función de los perfiles de consumo.

Sin embargo, generalmente el picking no puede eliminarse en un 100%. En estos casos, se debe determinar la solución de picking más adecuada, analizando las dimensiones y peso de los productos a preparar, la cantidad de líneas de picking por pedido, la cantidad de bultos por pedido y la cantidad de pedidos por día, como se estudió en la Base para el dimensionado de este proyecto.

En el gráfico que sigue se muestran los posibles perfiles de un artículo, de acuerdo a la cantidad de bultos y la frecuencia de pedido (rotación) que presente:

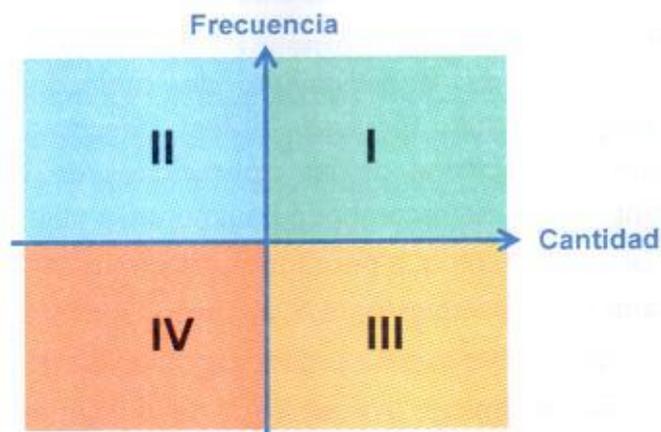


Gráfico III.III.1. Perfiles de Picking

Las zonas I y III del gráfico anterior en general no presentan grandes dificultades en la preparación de pedidos, ya que el movimiento se produce en grandes cantidades. Los artículos de tipo I deberían ubicarse en el almacén cerca de la zona de despacho, mientras que los artículos de tipo III pueden ubicarse a una distancia media, para minimizar los recorridos.

Los artículos ubicados en las zonas II y IV en cambio, generan una mayor complejidad en la preparación de pedidos y pueden requerir de soluciones especiales.

Existen esquemas básicos de picking:

Hombre al producto

Este tipo de soluciones implica un posicionamiento estático del producto almacenado, habitualmente dispuesto a lo largo de uno o varios pasillos de trabajo. Es una modalidad utilizada en la mayoría de las industrias debido a su alta flexibilidad y adaptabilidad a las variaciones del mercado. Para ello, requiere de una revisión periódica (2 a 3 veces por año), para contemplar cualquier variación en los perfiles de los pedidos.

El medio de almacenaje suele ser la estantería, aunque en artículos con una demanda muy elevada puede ubicarse directamente en el suelo.

Bajo esta premisa, el operario encargado de completar los pedidos deberá desplazarse a través de los pasillos hasta identificar el producto que debe ser extraído; de ahí el uso de la expresión hombre al producto.

Este esquema de picking se presenta en varias alternativas:

- Picking integrado al almacén: El operario recorre el almacén retirando los productos indicados para cada pedido. Se puede realizar al nivel del piso o en varios niveles y con uno o dos pedidos simultáneamente, dependiendo del equipamiento que se utilice. Los pedidos se inician sobre pallets vacíos, que al final del recorrido se cierran y se dejan en el pulmón de despacho.

Esta modalidad permite el aprovechamiento de la altura como almacén, pero obliga a recorrer todos los artículos para preparar cada pedido, lo que lo hace ideal para operaciones gran cantidad de SKUs y perfiles de artículos de alta frecuencia

El tipo de estanterías a utilizar se selecciona en cada caso de acuerdo al perfil de picking. Podrán utilizarse estanterías selectivas simples o dobles, estanterías dinámicas de pallets o de cajas, por ejemplo, de acuerdo a la cantidad a preparar, a fin de evitar la tarea de reaprovisionamiento mientras se lleva a cabo la operación de picking, evitando interferencias.

En este esquema suele utilizarse la radiofrecuencia, un sistema que guía al usuario, en tiempo real, en todas las operaciones que debe realizar en el almacén, reduciendo los movimientos, aumentando la productividad y minimizando los errores. Funciona mediante el uso de la tecnología de radiofrecuencia aplicada a la transmisión de datos inalámbrica.

También es usual el uso del sistema de Voice-Picking, que permite que el personal opere con las manos y los ojos libres en tiempo real, en lugar de utilizar listas en papel o la visualización en una pantalla de un dispositivo portátil para obtener las instrucciones, como en el caso de la radiofrecuencia.

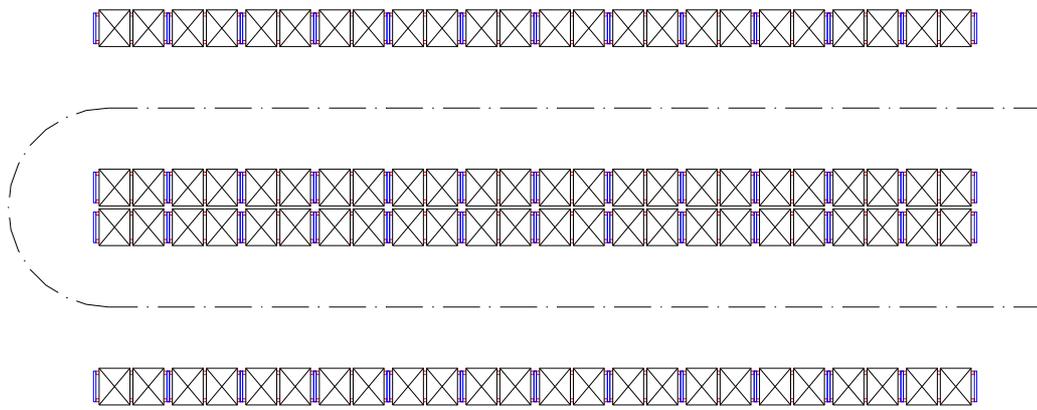


Figura III.III.14. Picking integrado al almacén

- Picking con análisis de perfil: Es una modalidad similar a la anterior, con la diferencia que los palets se disponen con un pasillo transversal central como se muestra en la figura 15, de modo de no tener que recorrer todos los SKUs para preparar un pedido, minimizando así las distancias y los tiempos de preparación.

En este caso será fundamental la ubicación de los artículos de mayor frecuencia próximos a este pasillo central.

En general no se utiliza la altura para el almacenamiento de palets completos, restando densidad al depósito.

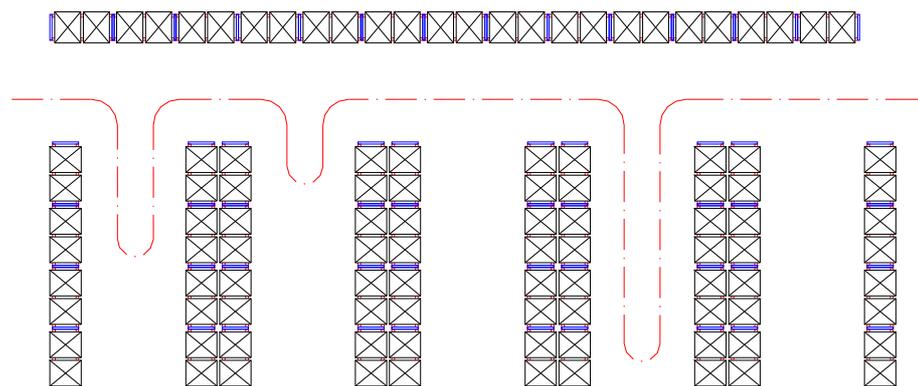


Figura III.III.15. Picking con análisis de perfil

- **Pick To Light:** este sistema guía visualmente al operario hacia las ubicaciones exactas del almacén donde debe recoger los artículos de un determinado pedido. El servidor lanza las órdenes a un conjunto de visores asociados con posiciones fijas de almacenaje, normalmente estantería. Estos informan al operario de las referencias que deben ser retiradas y en qué cantidad, con el objetivo de preparar el pedido. Asimismo, el trabajador confirma las órdenes ejecutadas y los visores informan al sistema de gestión de cara al control de stocks y la elaboración de documentación.

Las ventajas de este método radican en la velocidad de preparación, puesto que la identificación visual tanto de las posiciones de picking como del número de referencias a extraer es muy rápida, al trabajar con un sistema de leds luminosos claramente visibles. Además, se mantiene un control del inventario en tiempo real y el sistema de gestión conoce la composición del pedido al final del proceso.

Estos sistemas suelen acompañarse de cintas transportadoras para asistir al operario en las tareas de preparación. De este modo se consigue configurar un sistema muy adecuado para el picking de producto de alta y media rotación.

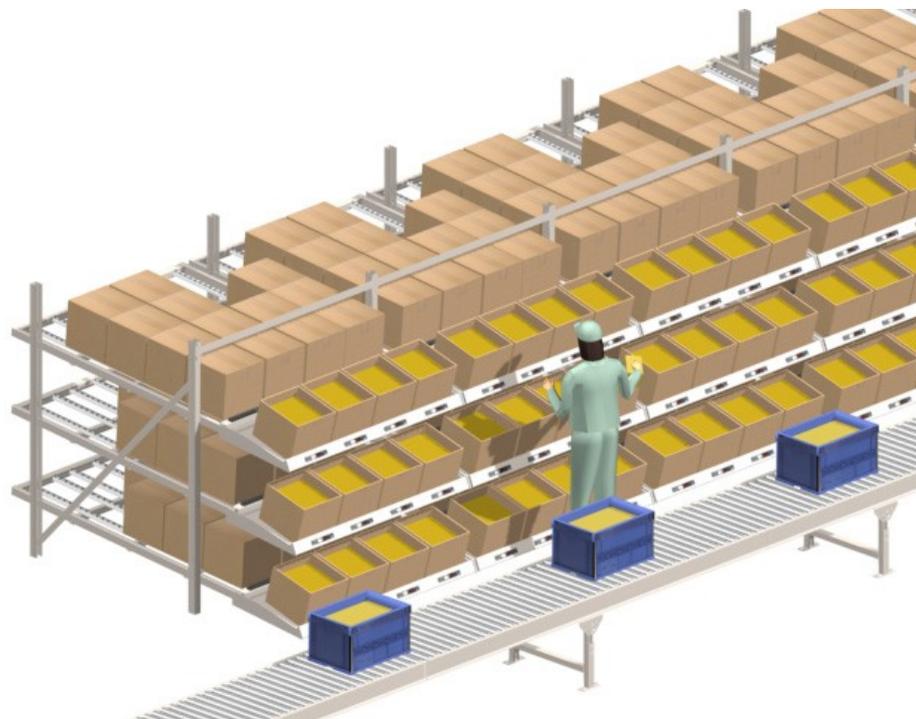


Figura III.III.16. Pick/Put To Light

- Put To Light: es el sistema que guía visualmente al operario hacia los contenedores donde debe depositar los artículos que conforman cada pedido. Su principal uso se encuentra en las tareas de confección de pedidos por olas. El sistema funciona agrupando un conjunto de pedidos que presentan un determinado grado de líneas coincidentes. De esta manera se consigue servir las líneas de varios pedidos con una sola acción de preparación, es decir, con un solo desplazamiento del operario o de la carga.

Producto al hombre

Este tipo de soluciones se basan en un posicionamiento dinámico del producto almacenado, es decir, la ubicación de cada una de las referencias puede ser alterada mediante medios mecánicos con el objetivo de que el preparador de pedidos no tenga que ir a buscar el producto. Bajo este concepto, el operario encargado de la elaboración de pedidos deberá mantenerse en una posición fija y con una ergonomía adaptada a las circunstancias para ir recibiendo las diferentes unidades de carga de donde deberá retirar los artículos requeridos en la cantidad solicitada. Esta clase de sistemas potencian el rendimiento de los operarios reduciendo al mínimo imprescindible sus recorridos, puesto que la estructura se encarga de mover la mercancía de forma automática.

Este esquema de picking presenta las siguientes alternativas:

- Mini-Load: Es un sistema de almacenaje servido por transelevadores de cajas. Está diseñado para el almacenaje y gestión de cajas ligeras (hasta 300kg).

Básicamente, consta de los siguientes elementos:

1. Transelevadores Mini-load, encargados de realizar las operaciones de ubicación y extracción de las cajas en las estanterías.
2. Estantería concebida para el almacenaje de cajas a elevadas alturas y perfectamente integrada con el movimiento del transelevador.
3. Elementos de cabecera que forman el área de trabajo donde se sitúan los puestos de entrada, salida y picking que comunican los transelevadores con el resto del almacén.
4. Sistema de gestión de almacenes, que dirige todas las acciones de la instalación.

Los operarios se sitúan en la cabecera del sistema para recibir las cajas que contienen las referencias solicitadas y mediante la ayuda de una pantalla realizan las operaciones de extracción de producto.

Es una solución válida para la automatización total o parcial de un almacén, siendo muy adecuada para perfiles de artículos de grandes cantidades y media y baja rotación.



Figura III.III.17. Mini-Load

- **Carrusel Horizontal:** Se basa en un bastidor fijo a tierra con un conjunto de cestas o soportes que giran alrededor del mismo, estableciendo un flujo en anillo. De este modo, el sistema de gestión del carrusel presenta al operario en la zona de picking aquellas referencias que hay que extraer. Suele ir acompañado de visores luminosos para agilizar las tareas y disminuir las posibilidades de error.
Al no permitir el aprovechamiento de la altura, suele utilizarse en zonas bajas, y es una solución adecuada para picking de artículos pequeños de baja rotación.



Figura III.III.18. Carrousel Horizontal

- Carrousel Vertical: se basa en el mismo principio que el Carrousel Horizontal. Ocupando una superficie muy reducida es capaz de conseguir una altura de almacenaje elevada. Se trata nuevamente de una herramienta muy adecuada para el picking de referencias de tamaño reducido y baja rotación.



Figura III.III.19. Carrousel Vertical

- Armario “Shuttle”: es un método de preparación de pedidos similar al carrusel vertical. La diferencia reside en la unidad de carga empleada, que es una bandeja flexible del armario, con una ventana de entrada y salida de materiales. Además, estos armarios sólo mueven las referencias que el cliente ha pedido.
Esta solución se utiliza para completar pedidos de pieza pequeña y de baja rotación, asistido por leds luminosos.
- Dispensadores: Son elementos muy utilizados para picking de pequeños materiales, siendo la industria farmacéutica su principal usuario. Se trata de sistemas basados en depósitos o tolvas verticales de cajas con un mecanismo de retención que actúa como dosificador y que deja caer por gravedad un determinado conjunto de referencias y en una determinada cantidad para formar un pedido. Suelen disponer de un transportador de bandas en su parte inferior que recoge el conjunto de productos y los traslada hasta un recipiente que servirá como envase de expedición.

Se trata de sistemas extremadamente seguros puesto que controlan el tipo y número de artículos a suministrar con una velocidad de operación muy elevada sin la necesidad de operarios.

Esquema de carga

Existen tres esquemas funcionales básicos para realizar la carga y descarga de mercadería camiones:

1. Carga Lateral

La carga lateral puede realizarse con equipos de simple o doble uña (se coloca un aditamento al equipo que permite tomar dos pallets en una misma operación) y a su vez permite operaciones simultáneas, con más de un equipo cargando/descargando el mismo camión.

Este tipo de carga no requiere de ningún tipo de instalación especial ni depresión de la playa, pero sí requiere de autoelevadores para la operación de carga y descarga. El control de esta operación de carga y descarga es más complejo que en el caso de la Carga Trasera.

Para la operación se requieren pasillos libres a ambos lados del camión de 4 a 5 m de ancho, con un frente de carga de aproximadamente 10 m por puerta.

Las operaciones pueden ser bajo techo (dentro del depósito) o en una playa de carga/descarga, para lo cual se requiere un alero de grandes dimensiones.

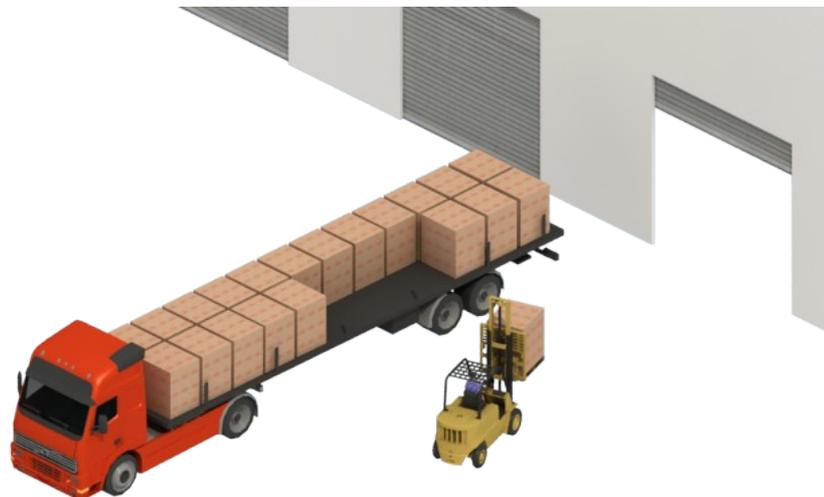


Figura III.III.14. Carga Lateral de camiones

2. Carga Trasera Convencional

En la Carga Trasera Convencional, el camión se estaciona contra el dock, como se muestra en la figura que sigue, para lo cual se requiere de una depresión en la playa de carga/descarga, la instalación de los docks con rampas niveladoras y aleros de protección contra la lluvia. En general, para el parque automotor argentino se trabaja con depósitos en desnivel +1,20 m, aunque depende del mix de flota a utilizar. Los dock levelers se utilizan para compensar las diferencias de alturas entre los distintos vehículos que se cargan/descargan, encontrándose las alturas de compensación más comunes entre +0.3 metros y -0.4 metros. Definido el valor de compensación, se debe seleccionar el largo de la plataforma. Para esto se debe calcular las pendientes máximas y verificar las posibles interferencias con los equipos que operaran con el dockleveler.

Esta operación también puede llevarse a cabo con equipos de simple o doble uña, y admite además una operación segura con equipos de movimiento económicos (transpaletas).

Al trabajarse con un único frente de carga/descarga se simplifican los controles de la operación, y por otro lado, los docks hacen de barrera física del depósito, brindando mayor seguridad al patrimonio de la empresa.

Se recomienda una distancia de 4.5 m entre los puntos medios de docks consecutivos, lo que permite una mayor cantidad de puertas por frente de carga/descarga que la modalidad anterior.

Esta modalidad también brinda mayor disponibilidad para el uso de espacio en el depósito, ya que no requiere un área bajo techo o alero, sólo una zona en la playa.



Figura III.III.15. Carga Trasera Convencional de camiones

3. Carga Trasera automatizada

En este caso los camiones deben atracar de la misma forma que en la modalidad anterior, pero la carga/descarga se realiza a través de un muelle especial con sistema de transportadores que debe instalarse en el dock, con la inversión que esto significa. Los camiones también deben estar provistos de un sistema de transportadores acorde al sistema de automatización elegido.

Este tipo de carga presenta una velocidad de carga/descarga mucho mayor que los anteriores, reduciendo también la cantidad de operarios involucrados en el control y operación de carga y descarga y la necesidad de equipos de movimiento.

Se recomienda el uso de esta modalidad para el caso de camiones monoproducción.

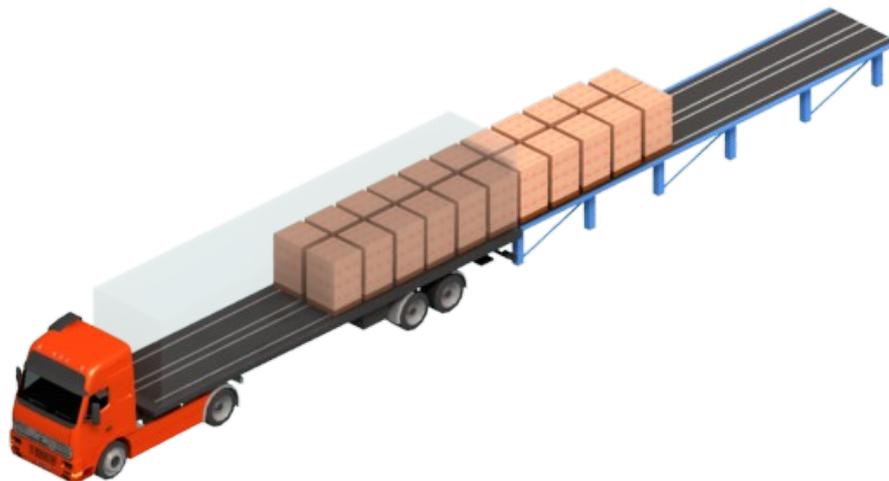


Figura III.III.16. Carga Trasera Automatizada de camiones

Para el caso de estudio se determinó que, a corto plazo, una inversión en sistema de carga/descarga automática de camiones no se presenta atractiva en cuanto a las inversiones necesarias vs. mejora operativa.

La tipología de los despachos, 98% pallets completos, hace a la carga lateral mas eficiente ya que permite densificar el staging a bloque.

Teniendo en cuenta los puntos anteriores y el hecho de que la playa actual se encuentra al mismo nivel que el depósito, se recomienda la carga lateral con autoelevadores de doble uña.

IV. SOLUCIÓN PROPUESTA Y ANÁLISIS ECONÓMICO

IV.I. Introducción

En base a las consideraciones que se fueron analizando a lo largo de este estudio, se han ido definiendo distintas soluciones, a partir de las cuales se generará en este capítulo un plan de acción, estructurado en distintas etapas de implementación.

Dicho plan de acción va acompañado de las inversiones asociadas, que deberán desembolsarse en las etapas correspondientes.

Finalmente se desarrolla el análisis económico, que será determinante en la decisión de implementación del proyecto, de acuerdo a los ahorros que el mismo genere y el retorno de la inversión.

IV.II. Solución propuesta

La combinación de las distintas alternativas que se fueron estudiando en el capítulo anterior conformará la solución propuesta. La misma puede estructurarse en distintas etapas, de acuerdo a la necesidad y a la complejidad y costo de implementación.

En esta última fase debe entonces establecerse un calendario con las actividades detalladas para la puesta en marcha de la solución propuesta, asignando los recursos necesarios para garantizar el éxito del proyecto. Es necesario prestar especial atención al tiempo de puesta en marcha del proyecto, planificando las acciones de comunicación y formación necesarias.

Para el caso de estudio, se proponen cambios estructurados en dos etapas:

Etapas I:

Cambios en infraestructura:

- Nueva marquesina de carga con empleo de staging out.
- Marquesina de carga especializada para semis completos monoproducción.
- Reconfiguración interna de calles de estibas y pasillos operativos.
- Creación de una nueva ubicación para estiba de retornos.
- Contracción y ampliación de calles para la circulación interna de vehículos.

Cambios Operativos:

- Optimización de recorridos por operación con staging out.
- Ventana horaria de carga y empleo de staging out (2 días de stock).
- Independencia de las operaciones de carga y descarga.
- Carga de camiones a 90°.
- Integración de depósitos y optimización de recorridos internos e interferencia entre las diferentes operaciones.
- Empleo de marquesina de carga adicional, especializada para despachos de camión completo monoproducción.

Etapas II:

Cambios en infraestructura:

- Implementación de estanterías en altura para el almacenaje de productos de apilabilidad 1.

Cambios Operativos:

- optimización de operaciones por empleo de un Sistema de Gestión de Almacenes.
- empleo de equipos de RF y lectura de códigos de barra.

Utilizando el flujo promedio de despacho extrapolado, se dividieron las inversiones requeridas en dos etapas. La primera tiene como objetivo la reducción de los tiempos de carga por acercamiento de producto a staging out. En la etapa II se introducirá un sistema de gestión de almacenes.

El tiempo de carga de camiones se estimó bajo los siguientes parámetros:

Concepto	std	ud.	fuelle
Tomar pallet desde piso y arrancar	15,8	seg.	VDI 2391
Dejar pallet en camión (carga lateral, 1,25 m)	20,5	seg.	VDI 2391
Dejar pallet en piso y arrancar	16	seg.	VDI 2391
Velocidad autoelevador en depósito	1,82	m/s	VDI 2391
Escanear pallet desde autoelevador	15	seg.	estim.
Escaneo de hombre parado	10	seg.	estim.

Tabla IV.II.1. Bases del cálculo

	Corta dist.	Larga dist.
Escaneo del pallet	5,0	5,0
Tomar pallets de la estiba	15,8	15,8
Stop para cambio de marcha	1,5	1,5
Recorrido en segundos para carga	22,0	45,3
Dejar el pallet	20,5	20,5
Confirmacion a SGA	5,0	5,0
Recorrido de vuelta	17,6	36,3
Tiempo total por pallet (seg)	87,4	129,4

Tabla IV.II.2. Cálculo de movimientos unitarios

	corta dist.	Larga dist.
Tiempo de carga de camión (minutos)	18,93	28,04
Promedio pond. carga (minutos)	21,7	

Tabla IV.II.3. Tiempo de carga de semis

Se utiliza para el cálculo una distancia corta y una larga porque no todos los SKUs podrán acercarse al staging, sino que el mismo se utilizará para los productos de tipo A. La mayor parte de los productos (80%) se retirará del staging, y el resto, de las posiciones de almacenamiento a la salida de las líneas. Se calculó un baricentro, en función de distancias y rotación para los productos ubicados en el staging y otro para los productos a la salida de línea, que se definieron como corta y larga distancia respectivamente.

Suponiendo una eficiencia en las operaciones del 80%, el tiempo promedio de carga resulta de aprox. 26,5 min. por camión.

El esquema propuesto, con los tiempos de carga resultantes, presenta cierta flexibilidad en cuanto a la cantidad de camiones despachados diarios potenciales, en función de la cantidad de operarios y el espacio de staging utilizados, que puede resumirse en el gráfico que se muestra a continuación.

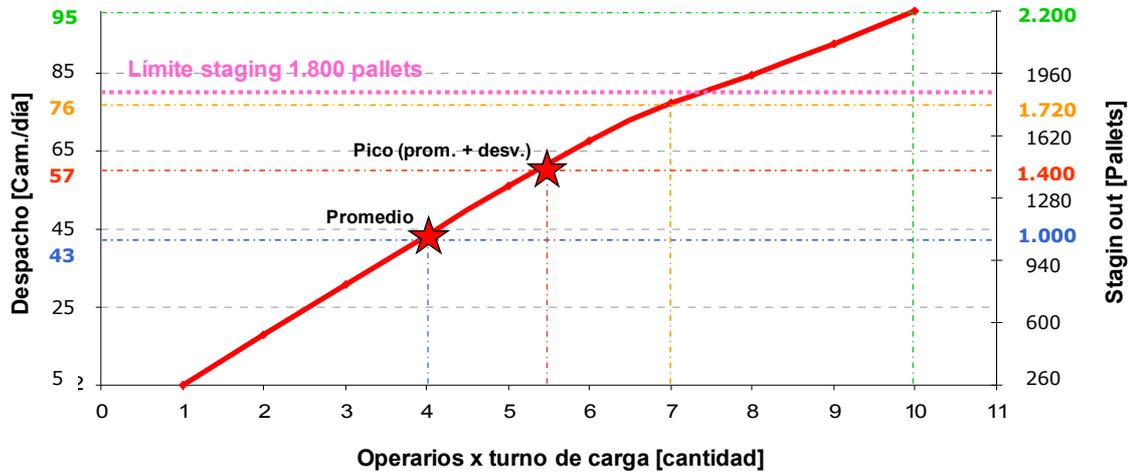


Gráfico IV.II.1. Productividad del esquema propuesto de acuerdo a los recursos utilizados

El esquema actual permite el despacho de 76 camiones/día, con un requerimiento de hasta 7 operarios por turno, destinados a carga (manteniendo esquema de ventana horaria de carga en dos turnos).

Un despacho diario superior a 1.800 pallets, obliga a retirar productos directamente de la posición de estiba de almacenaje. En principio, la capacidad máxima de despacho, utilizando un operario por muelle (10), se estima en aprox. 95 camiones/día.

IV.III. Inversiones asociadas y Análisis económico

El análisis económico se efectúa comparando la solución propuesta con la alternativa “Do Nothing”, es decir, no realizar inversión alguna y continuar con la operación actual.

Para esto se evalúan las inversiones necesarias para la solución propuesta y los costos de operación, para cada una de las alternativas.

A partir de esta información, y teniendo en cuenta que no se consideran los costos que no varían con el proyecto, se efectúa un flujo de fondos y se evalúa el período de repago del proyecto.

A continuación se detallan las inversiones requeridas para cada una de las fases del proyecto analizado:

Concepto	TOTAL (Mu\$s)	FASE I (Mu\$s)	FASE II (Mu\$s)
1. Obra civil básica	0,63	0,47	0,16
1.1 Demolicion Talleres, Ingenieria	0,01	0,01	-
1.2 Ampliacion playa y calles	0,04	0,04	-
1.3 Cierre laterales marquesina actual	0,03	0,03	-
1.4 Nueva marquesina (semicubierta)	0,34	0,34	-
1.5 Nueva marquesina (reutiliz. Derrames)	0,01	0,01	-
1.6 Apertura portones de acceso	0,01	0,01	-
1.7 Ensanchamiento calle interna + calles nuevas	0,16	-	0,16
1.8 Mudanza darsenas de enlonado	0,03	0,03	-
2. Equipamiento Logístico	0,19	0,01	0,18
2.1 Equipos de movimiento	0,03	-	0,03
2.2 Estanterías	0,16	0,01	0,15
3. Hardware	0,04	-	0,04
4. Software	0,07	-	0,07
5. Proyecto de ingeniería	0,05	0,02	0,03
6. Imprevistos	0,1	0,05	0,05
Total (M u\$s)	1,08	0,55	0,53

Tabla IV.II.4. Inverisiones requeridas

El flujo de fondos se obtuvo con los costos y las inversiones asociados a cada alternativa:

Planificación Básica de un Centro de Distribución

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Do Nothing					
Costo operativo	639.609	658.607	683.938	683.938	702.937
Costo equipamiento	210.000	216.000	222.000	228.000	240.000
Costo terciarización	597.258	679.002	763.218	849.961	939.306
	1.446.867	1.553.609	1.669.156	1.761.899	1.882.242
Solución propuesta					
Costo operativo	639.609	620.611	620.800	620.800	620.800
Costo equipamiento	210.000	204.000	205.000	205.000	205.000
Costo terciarización	387.323	108.135	120.667	143.038	171.449
	1.236.932	932.746	946.467	968.838	997.249
Δ ahorro operativo	209.935	620.863	722.690	793.061	884.994
Inversión	-550.000	-530.000			
Flujo de fondos	-340.065	90.863	722.690	793.061	884.994
FF Acumulado	-340.065	-249.202	813.553	1.515.751	1.678.055

Tabla IV.II.5. Flujo de fondos del proyecto

Por lo general, cada empresa tiene definido un período de repago determinado, a partir del cual se decide sobre la implementación del proyecto.

Para el caso de estudio, el período de repago del proyecto resulta de 2,35 años.

V. CONCLUSIONES

La Cadena de Abastecimiento, consiste en todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes y productos, desde la etapa de materia prima hasta el consumo por parte del usuario final. Gran parte del total del tiempo de ciclo de la cadena corresponde a tiempos de movimiento y/o espera, con lo que la reducción de este tiempo constituye un reto fundamental de la función logística de cada empresa dentro de la cadena de suministro, con la consecuente reducción de inventarios y de costos. De ahí surge la importancia de administrar efectivamente el proceso de distribución a los clientes, ya sean internos o externos.

La misión de los Centros de Distribución es corregir los desajustes entre producción y consumo (Stocks) o minimizar los costes de transporte. En todos los casos, la razón de ser de un Centro de Distribución es adaptarse al comportamiento del suministro y de la demanda.

El presente estudio pretende brindar herramientas para la correcta planificación de un Centro de Distribución, optimizando operaciones e infraestructuras, afectando directamente a los costos y el nivel de servicio. En este punto, resulta importante la definición de nivel de servicio pretendido. El mismo puede variar de acuerdo a los clientes o regiones geográficas por ejemplo y debe ser determinado por cada empresa en particular, analizando el valor agregado que se genera al cliente y el costo que representa.

La metodología propuesta comienza con un estudio de la situación actual de la empresa, analizando los tipos y cantidades de productos que manejan, los procesos que se llevan a cabo y los recursos con los que se cuenta. Esta información junto con los volúmenes actuales y proyectados se utilizará como base para el dimensionado del Centro de Distribución. Como resultado de esta etapa se identifican los problemas a resolver y los objetivos a alcanzar con el nuevo diseño.

Una vez definida la base del dimensionado se procede al análisis de alternativas, incluyendo la localización y el layout del Centro de Distribución, junto con las alternativas técnicas.

Aunque no se profundizan en este estudio los Sistemas de Gestión de Almacenes, resulta fundamental prestar especial atención a este punto, ya que el sistema que se utilice deberá soportar cualquier solución que se diseñe para que el proyecto sea exitoso.

Finalmente, y con toda la información anterior, se selecciona la combinación de alternativas que mejor se adecúe a la realidad de la empresa y se define el plan de implementación. Se efectúa además un análisis económico-financiero, en base al cual la empresa tomará la decisión de implementación.

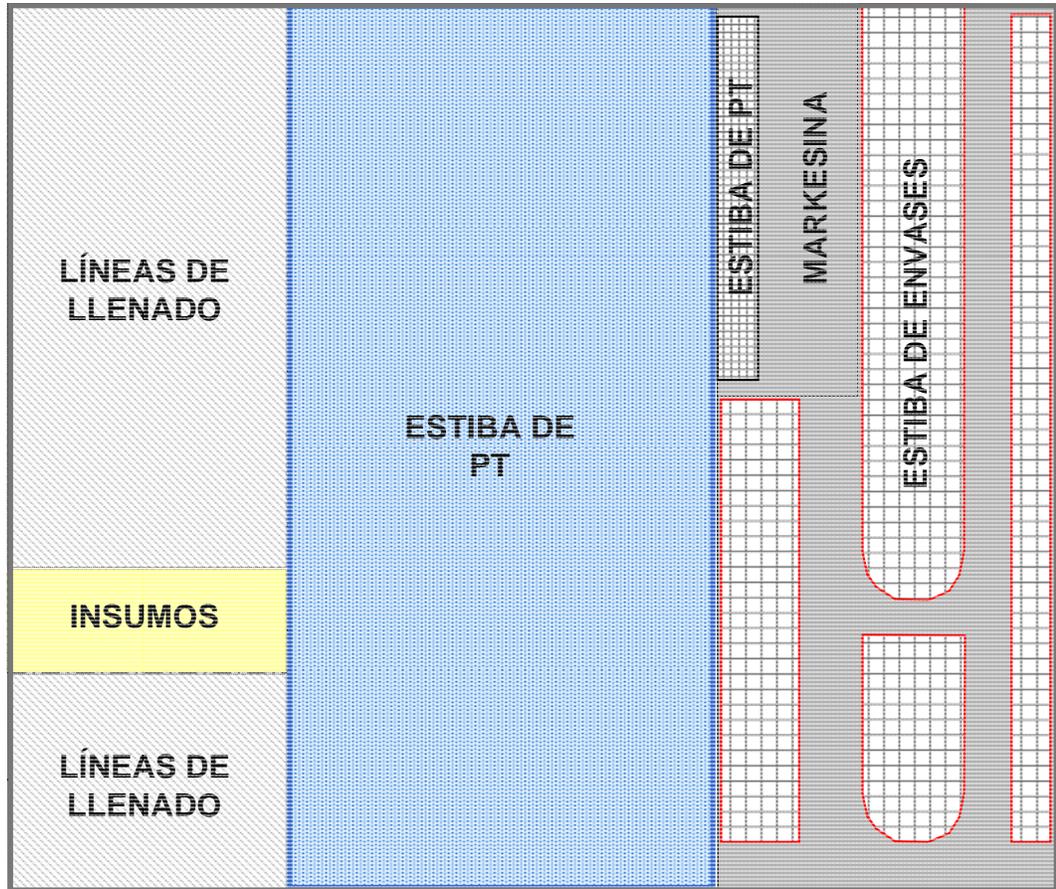
Más allá de lo recomendado en este estudio, es importante no limitarse a la situación actual y proyectada de la empresa, sino, tratar siempre de diseñar soluciones logísticamente flexibles, que permitan adaptarse al cambio de

Planificación Básica de un Centro de Distribución

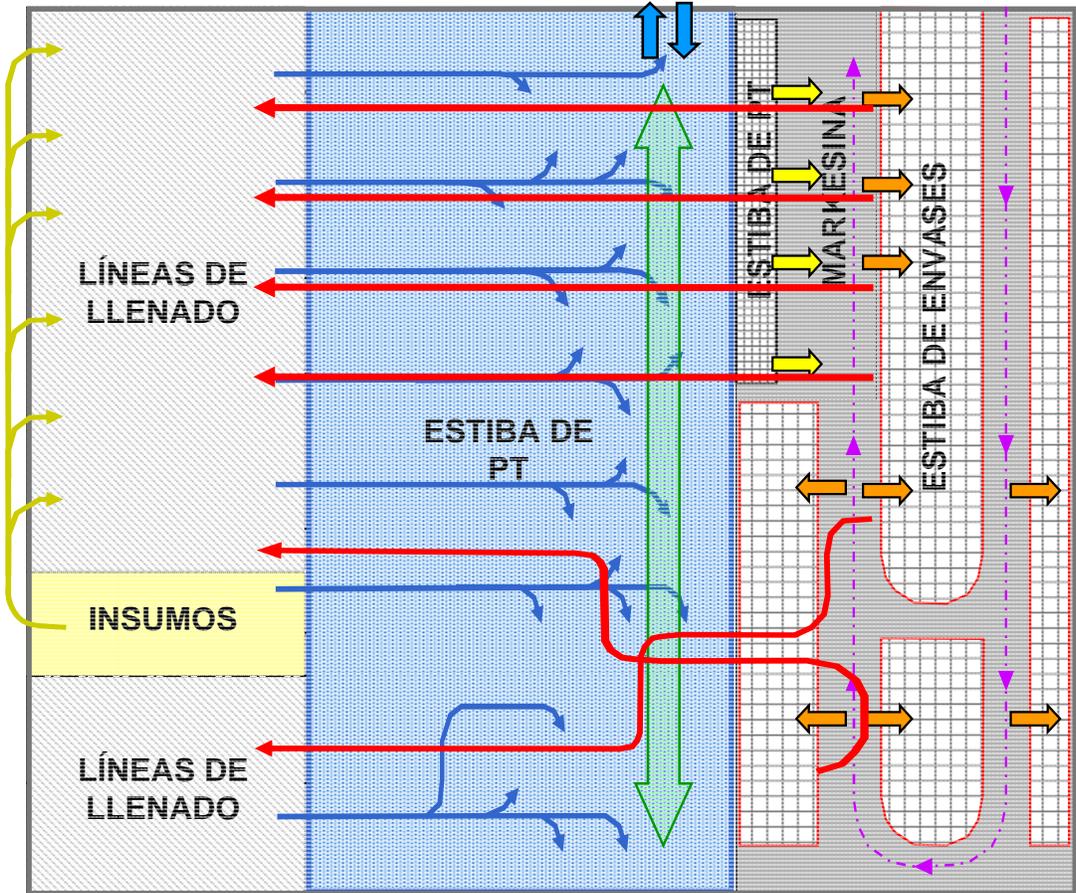
escenarios, facilitando el desarrollo de nuevos negocios y/o estrategias comerciales, y haciendo frente así a una coyuntura altamente cambiante.

VI. ANEXOS

VI.I. ANEXO I: LAY OUT



VI.I. ANEXO II: FLUJO DE PERSONAS Y MATERIALES



Referencias:

-  Estiba de envases
-  Flujo de abastecimiento de envases y esqueletos
-  Flujo de abastecimiento de insumos
-  Estiba de PT
-  Flujo de salida para estiba en depósitos.
-  Comunicación inter depósitos
-  Circuito de camiones
-  Descarga Retornos
-  Carga de camiones
-  Comunicación Deposito picking y Estibas para derrame

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2009). *Warehouse and Distribution Science*. Atlanta: Georgia Institute of Technology.
- Oddone, G. (2009). Las Pymes y sus costos logísticos. *DatosPymes* .
- Napolitano, M. (2003). *The time, space & cost guide to better warehouse design*. Distribution Center Management.
- De la Fuente García, D., & Fernández Quesada, I. (2005). *Distribución en planta*. Universidad de Oviedo.
- Maltz, A., & Speh, T. W. (2002). *Private Warehousing, a Snapshot*. The Warehousing Education and Research Council .
- Sisko, G., & Muller, R. (2003). *A complete guide to Pallet Storage Systems*. Warehousing Research and Education Council.
- Apuntes del seminario “Diseño y Gestión de un Centro de Dsitribución”