

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial

GESTIÓN EN CENTROS DE DISTRIBUCIÓN



Profesor: Julio César Londoño O

Razones para almacenar

Reducción de costos de producción (ó compra) y transporte.

Coordinación entre suministro y demanda (Producción periódica y demanda uniforme; Producción uniforme y demanda estacional).

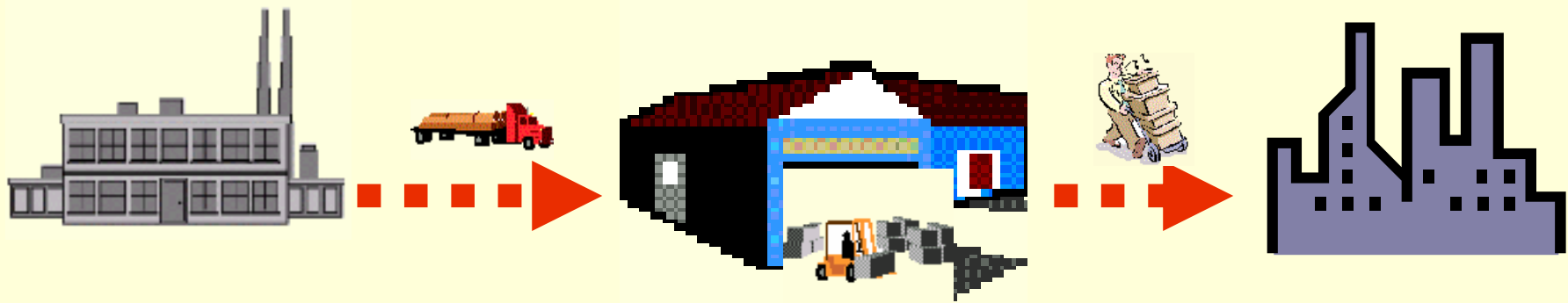
El almacenamiento como parte del proceso productivo.

Mejoramiento del servicio al cliente.

Funciones que cumple un centro de distribución

- Almacenamiento
- Manejo de materiales (cargue, descargue, transporte interno, recolección de órdenes “picking”)
- Mini sistema de producción/ distribución o cadena de suministro

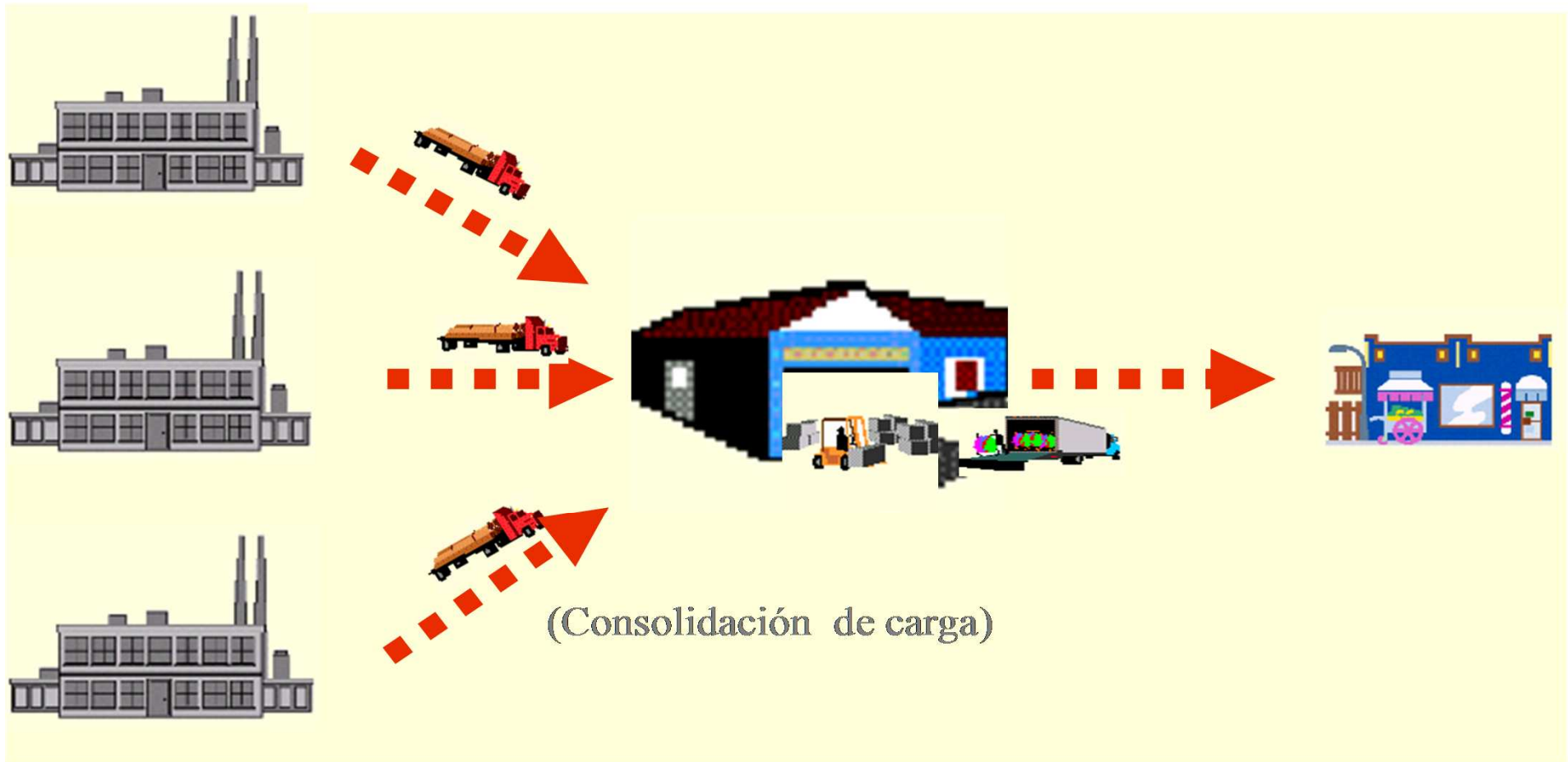
Misiones de un centro de distribución



(Almacenamiento por diferentes
períodos)

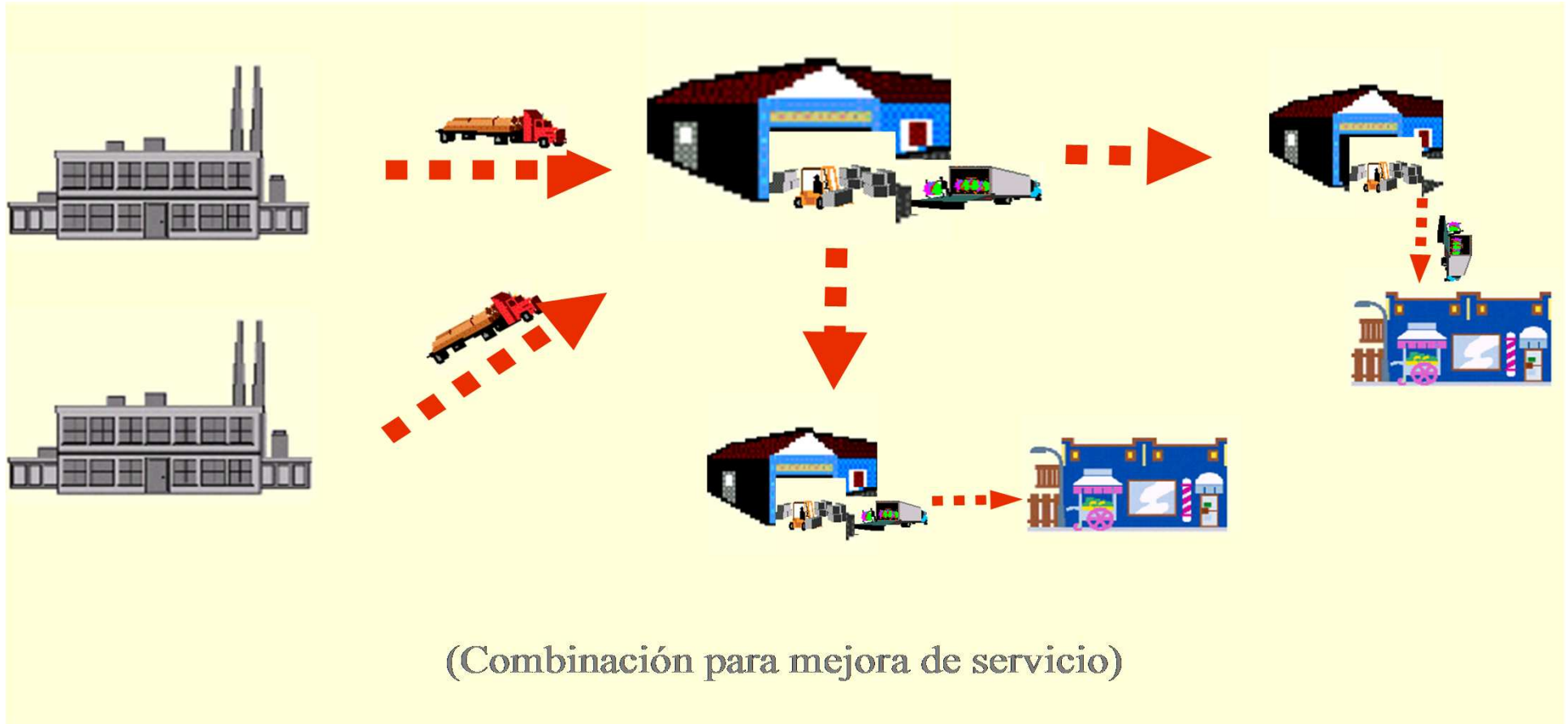
Mantener inventario para balancear y responder a variaciones entre programas de producción y demanda.

Misiones de un centro de distribución



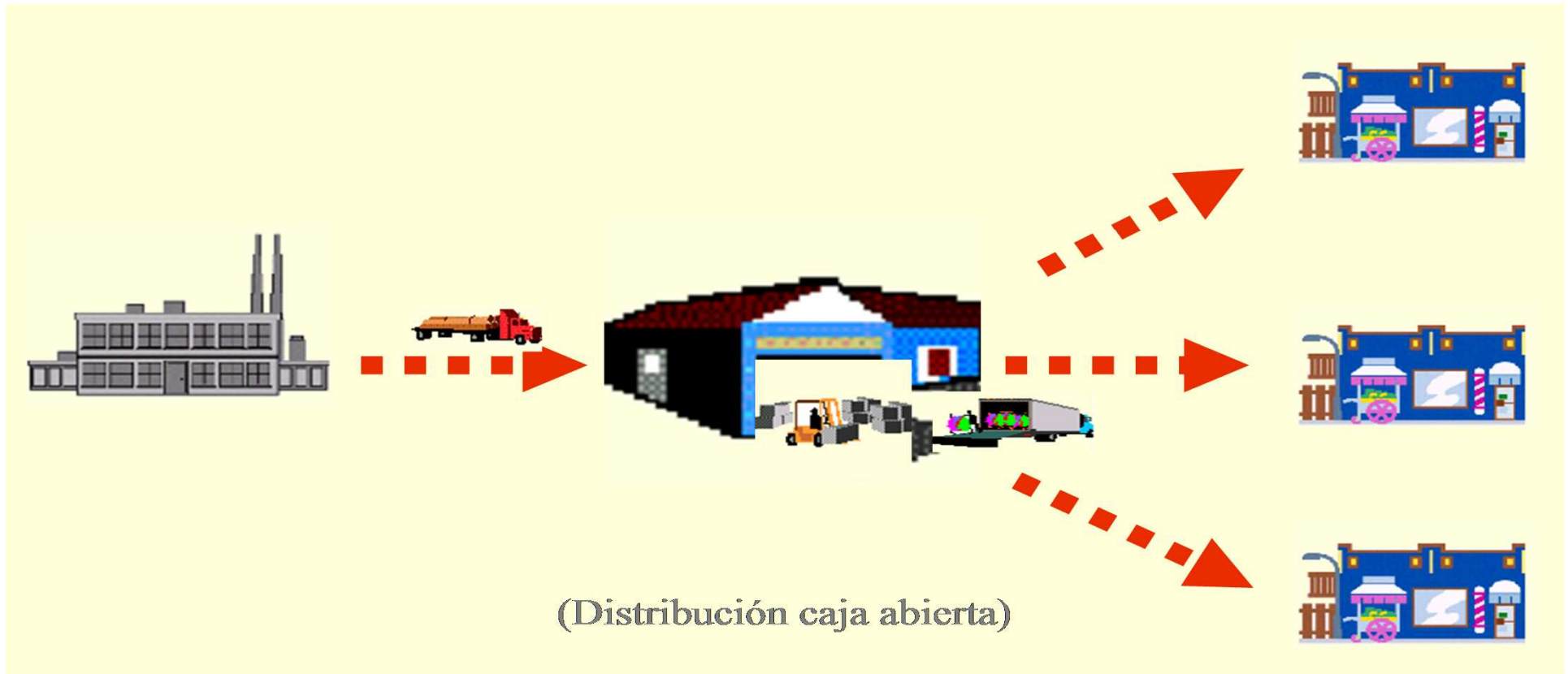
Acumular y consolidar productos provenientes de varios puntos de manufactura de la misma empresa o de diferentes empresas, para combinar despachos a clientes comunes..

Misiones de un centro de distribución



Los centros de distribución pueden estar diseminados en diversas regiones para tener rápida respuesta a las demandas de los clientes..

Misiones de un centro de distribución



Funciones que realiza un centro de distribución

- Recepción
- Pre-empacado (opcional)
- Transporte interno y almacenamiento
- Almacenamiento (en espera de demanda)
- Recolección (estibas o “pallets”, cajas, ítems individuales)
- Empaque y/o costeo (opcional)
- Ordenamiento y/o acumulación
- Empacado y despacho
- Recepción y despacho inmediato (“cross-docking” – opcional)
- Reposición de productos (opcional)

Actividades Básicas de bodegas y Almacenes

DESCARGA DE PRODUCTOS RECIBIDOS

UBICACION ZONA DE ALMACENAMIENTO

TRANSFERENCIA DESDE ZONA ALMACENAMIENTO
HASTA EL AREA DE PREP. DE PEDIDOS

ALISTAMIENTO Y
PREPARACION DE PEDIDOS

VERIFICACION

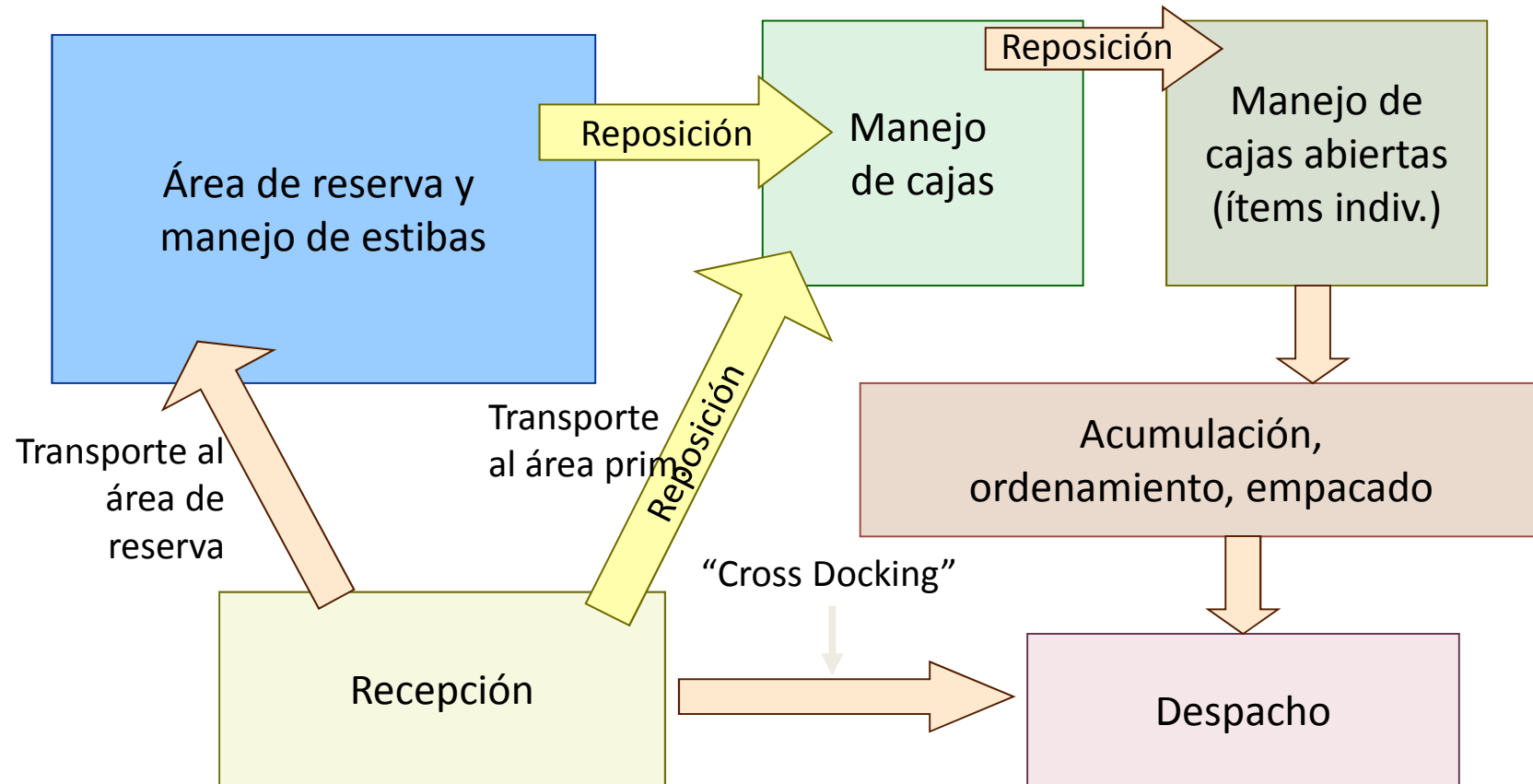


EMBALAJE



DESPACHO

Funciones y Flujos típicos en un centro de distribución



Decisiones estratégicas y operativas de un centro de distribución

Decisiones estratégicas y operativas en un centro de distribución

- Determinación de la Responsabilidad en la Gestión
- Localización de un centro de distribución (C.D.)
- Diseño del tamaño del C.D.
- Configuración interna de C.D.
- Diseño de puertos de recepción / despacho
- Diseño y/o selección de equipo de manejo de materiales
- Localización de los productos dentro de la bodega
- Disposición relativa de las estibas dentro de cada bahía de almacenamiento
- Optimización de operaciones de recolección de órdenes

Responsabilidad en la Gestión de Centros de Distribución - Alternativas de almacenamiento

Responsabilidad en la Gestión de Centros de Distribución - Alternativas de almacenamiento

Centros de distribución propios - Ventajas:

- Mayor control general para satisfacer el nivel de servicio deseado
- Imprescindible cuando el producto requiere un manejo especial debido a su naturaleza
- Disponibilidad de espacio al que se le puede dar diferentes usos en el futuro
- Inclusión de actividades dentro de la bodega, tales como oficinas de ventas, oficinas de compras, parque de camiones, etc.

Responsabilidad en la Gestión de Centros de Distribución - Alternativas de almacenamiento

Centros de distribución propios - desventajas

- Alta inversión de capital
- Mayores costos de operación que las bodegas rentadas, si la utilización es baja
- Dificultad en cambios estratégicos de localización

Responsabilidad en la Gestión de Centros de Distribución - Alternativas de almacenamiento

Bodegas rentadas

Extensa variedad de tipos de bodegas, equipos utilizados, condiciones especiales, tamaño, etc.

Ventajas como la no inversión de capital, bajos costos cuando la utilización es baja y flexibilidad de selección y localización.

Variedad de oferta de servicios alternativos, tales como consolidación de carga, mezcla de productos, re empacado, marcado, inspección, etc.

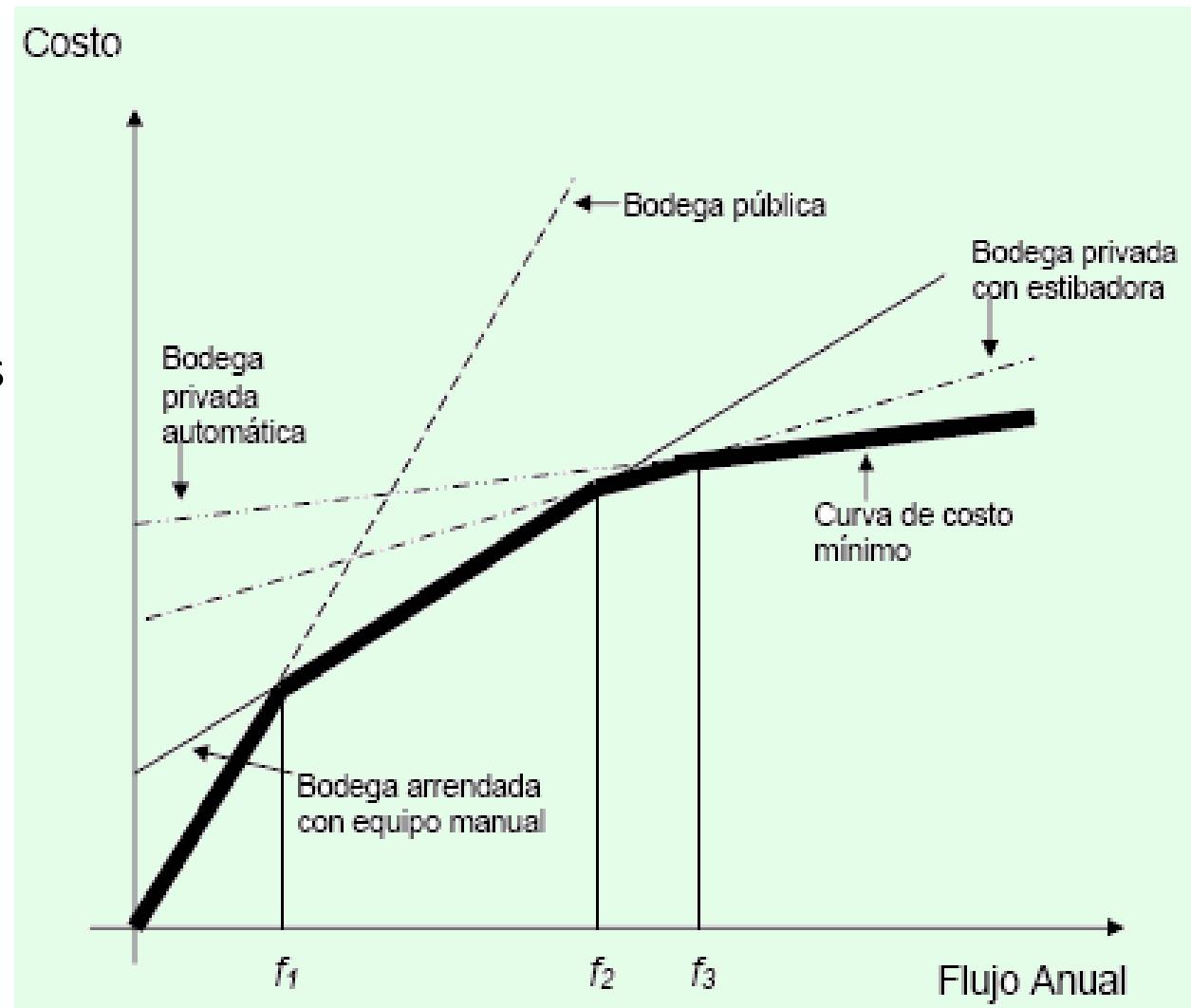
Edificio rentado

Solución intermedia

Costos de centros de distribución

Se consideran cuatro posibilidades:

- Bodegas públicas
- Bodegas arrendadas con manejo manual
- Bodegas privadas con estibadoras
- Bodegas privadas automáticas



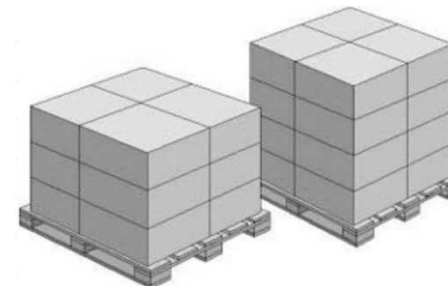
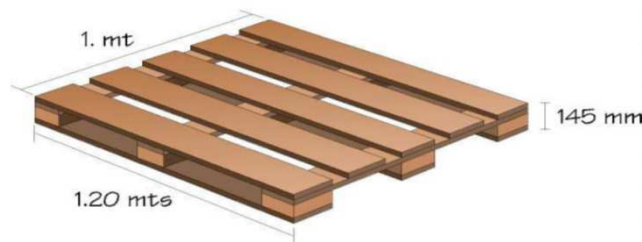
Consideraciones de manejo de materiales

Que es paletizar (estibar)?

- Paletizar es agrupar sobre una superficie (paleta o estiba) una cierta cantidad de objetos.
- La manipulación y transporte individual de estos objetos requerirían de mucho tiempo y trabajo.

Ventajas de la paletización:

- Estandarización de equipo de manejo de materiales.
- Movimiento de mayor cantidad de carga por viaje y por hora hombre
- Mejora la utilización del espacio (apilación más estable y aumento de la altura máxima de almacenamiento).
- Tamaños estándar: 40 x 48 pul. (1.00 x 1.20 m)



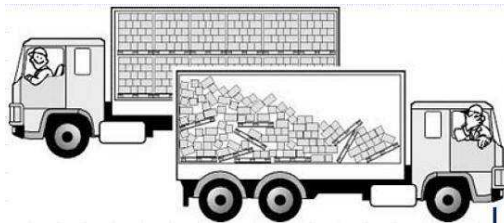
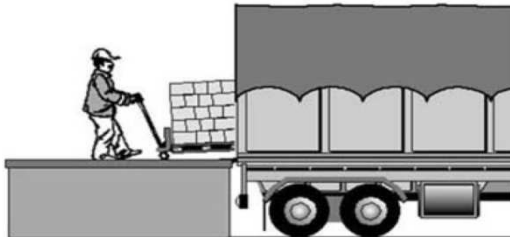
Beneficios de Paletizar

DISMINUCIÓN EN LOS TIEMPOS DE CARGUE DE VEHÍCULOS

Fuente IAC Colombia

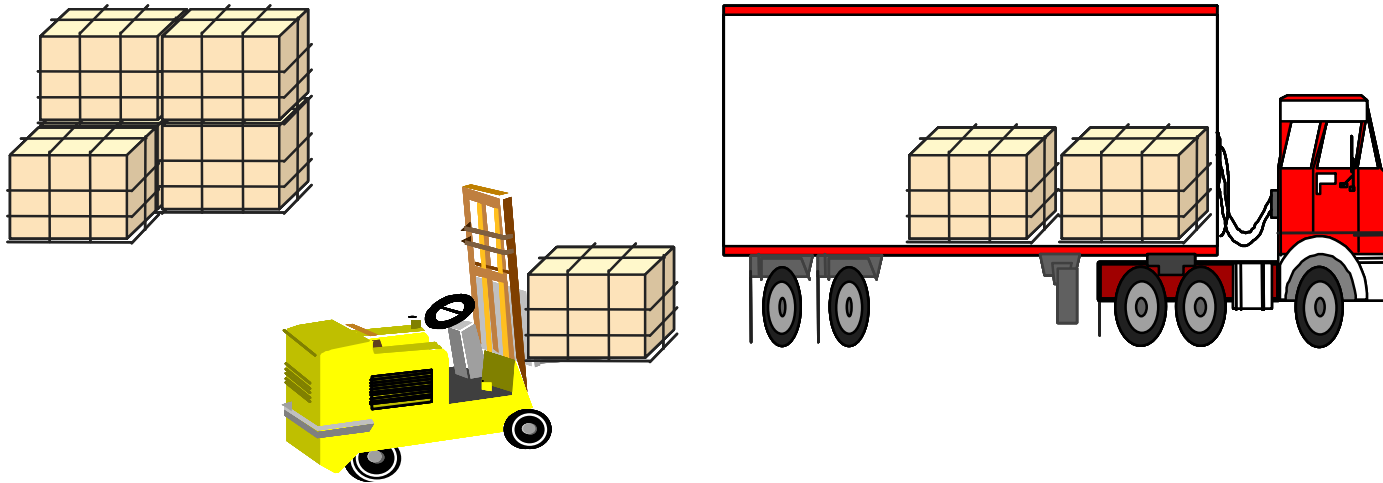
Tiempo (Minutos)

Tipo de Vehículo	Manual	Paletizada
Sencillo	134	14
Doble Troqué	184	20
Tractomula	307	38



Beneficios de Paletizar

MEJOR USO DE LA FLOTA DE TRANSPORTE






- Ahorro en el tiempo de cargue y descargue y del viaje total.
- Se transportan menos toneladas por viaje, pero se
- pueden hacer más viajes en el mismo periodo de
- tiempo.

Consideraciones de manejo de materiales





Contenedores

- Dimensiones más comunes: 8 x 8 x 20 pies y 8 x 8 x 40 pies (2.44 x 2.44 x 6.10 m y 2.44 x 2.44 x 12.2 m).
- Ventajas de la contenedorización:
- Seguridad de la carga y disminución de daños.
- Manejo con equipo estándar.
- Se pueden emplear sitios abiertos para almacenamiento.
- Existen múltiples tipos de contenedores.

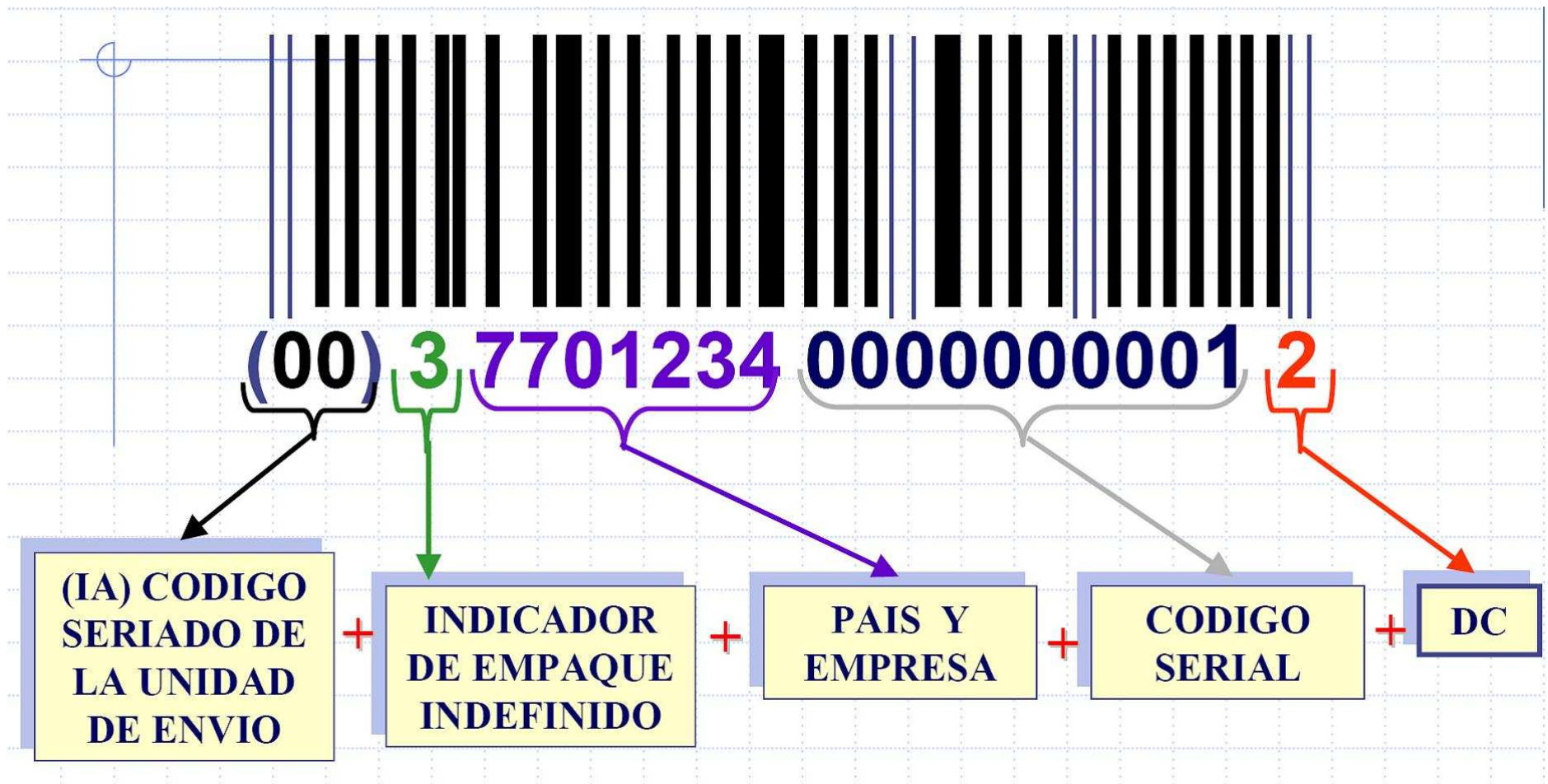
Tipos de Contenedores

TIPO DE CONTENEDOR		UTILIZACIÓN	TAMAÑO	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	CARGA MÁX. (Kg.)	PESO BRUTO MÁX. (Kg.)	CAP. (m³)
ESTÁNDAR		Carga seca norma. Ejemplo: Bolsas, pallet, cajas y tambores	20´	5,90	2,352	2,39	28.150	30.480	33,00
			40´	12,030	2,352	2,39	28.700	32.500	67,70
ESTÁNDAR HIGH CUBE		Cargas voluminosas. Ejemplo: Tabaco, carbón	40´	12,030	2,352	2,695	26.480	32.500	76,00
REFRIGERADOS INTEGRALES		Cargas que requieren temperaturas constantes bajo cero. Ejemplo: Carnes.	20´	5,45	2,285	2,260	27.400	30.480	28,10
			40´	11,56	2,285	2,260	27.700	32.500	59,30

Tipos de Contenedores

TIPO DE CONTENEDOR		UTILIZACIÓN	TAMAÑO	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	CARGA MÁX. (Kg.)	PESO BRUTO MÁX. (Kg.)	CAP. (m³)
INSULADOS PHORTOLE CONAIR		Carga con temperatura controlada, con destino a Europa. Ejemplo: frutas	20´	5,75	2,26	2,11	21.350	24.000	27,40
			40´	12,19	2,44	2,59	25.940	27.800	60,00
OPEN TOP		Maquinaria pesada, planchas de mármol	20´	5,89	2,34	2,36	28.120	30.480	32,40
			40´	12,02	2,34	2,36	30.140	32.500	65,70
FLAT RACK		Productos que son muy pesados o de gran tamaño. Ejemplo: Maquinaria	20´	5,90	2,35	2,31	28.470	32.500	32,00
			40´	12,10	2,40	2,31	40.000	45.000	65,00
CONTENEDOR TANQUE DE 20´ y 40´		Productos químicos, corrosivos, aceites y vinos	-	-	-	-	-	-	-

Codificación de la Carga



Identificación de la estiba

The diagram shows a shipping label with the following fields and callouts:

- COMPañIA S.A**
- SCCC**
- 3 77012340000000008**
- EAN No**
- 27701234567897**
- Fecha de Vencimiento (DDMMAA)**
- 21.01.99**
- Lote**
- 4512XA**

Callouts and their corresponding data:

- IDENTIFICACION DEL PRODUCTO** points to the top barcode.
- SSCC** points to the bottom barcode.
- NUMERO DE LOTE** points to the lot number **(10)427XA**.

The data is structured as follows:

Field	Value
Product Identification	(01)27701234 567897
Lot Number	(10)427XA
SSCC	(00)37701234000000008

Diseño y tamaño de un centro de distribución

Diseño de un centro de distribución

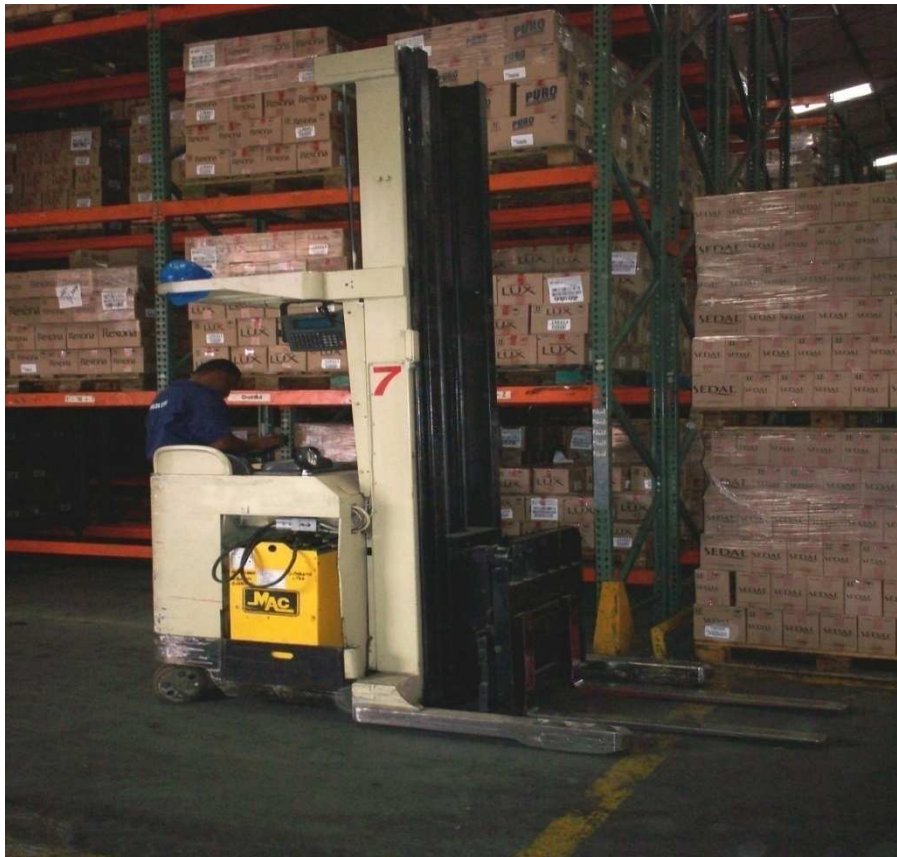
Diseño para almacenamiento

- Estantes anchos y profundos.
- Se aprovecha la altura máxima que permita el techo de la bodega y la estabilidad de la carga.
- Los pasadizos son estrechos.
- Se asume que el tiempo adicional para el manejo de la carga se compensa con la mayor utilización del espacio.
- Satisfactorio para bajos volúmenes de carga por una unidad de tiempo.

Bodega con énfasis en el almacenamiento a largo plazo



ALMACENAMIENTO SEMIPERMANENTE

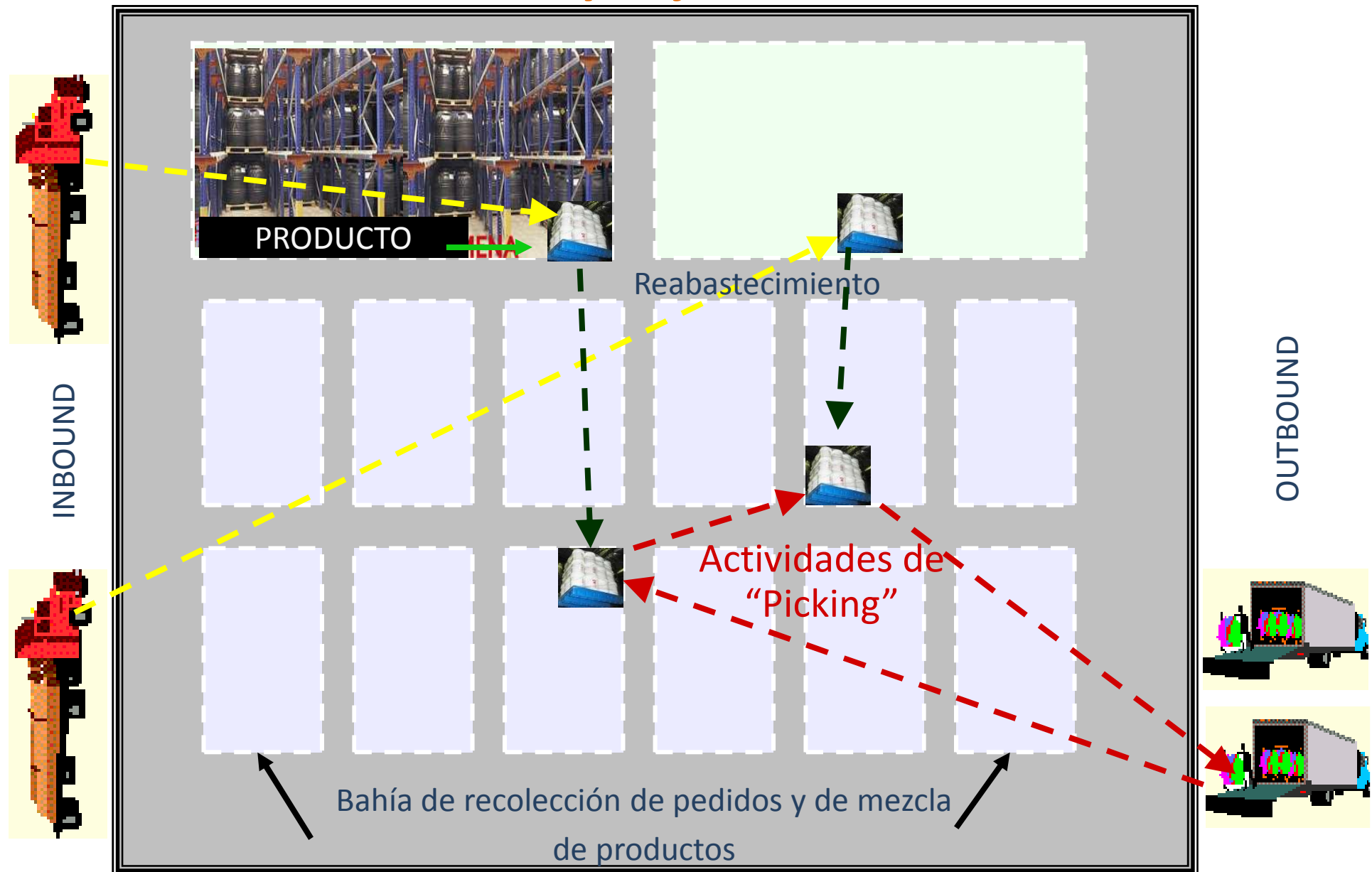


Diseño de un centro de distribución

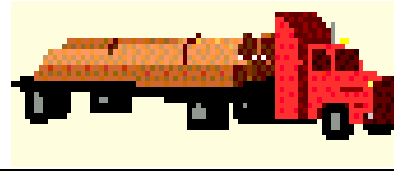
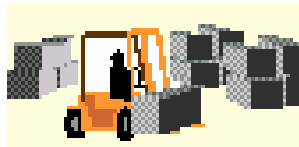
Diseño para recolección de ordenes (“picking”)

- Gran diferencia de tiempo entre la llegada de la carga (en grandes cantidades), y la recolección de bienes (picking), en cantidades mucho más pequeñas.
- Diseños mixtos, con áreas semi-permanentes para almacenamiento y áreas especiales dedicadas para picking, de baja altura y facilidad de recolección.

Bodega con énfasis en el almacenamiento de corto plazo, mezcla y flujo de materiales



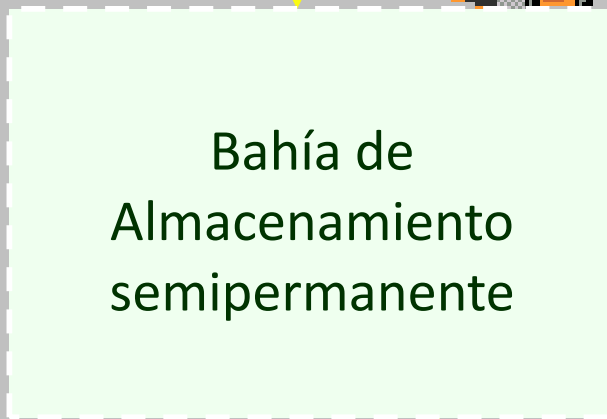
Punto de entrada



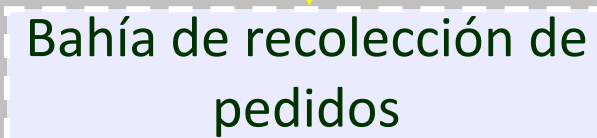
Descargar, seleccionar, clasificar e inspeccionar



Traslado al Almacén



Traslado a la zona de recolección

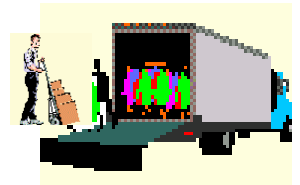


Traslado a muelle



Comprobación y clasificación de los pedidos

Punto de expedición



Bodega con énfasis en el almacenamiento de corto plazo, mezcla y flujo de materiales)



Diseño del tamaño del C.D.

Decisión clave de tipo estratégico

- Conflictos:

C.D. sobredimensionado → Desperdicio de espacio

C.D. subdimensionado → Altos costos de manejo de materiales

- Al comienzo: Tamaño definido para acomodar el inventario básico, el cual es el producto del diseño estratégico de toda la cadena de abastecimiento, y de la rotación de inventarios propuesta.

Ejemplo Requerimiento de Espacio: En un C.D.

Ejemplo: Se han recolectado los siguientes datos en un CD:

- Flujo diario promedio = 20 cajas/día
- Inventario de seguridad = 100 cajas
- Lead Time de cada orden = 10 días
- Tamaño de cada orden = 900 cajas

Se puede entonces determinar:

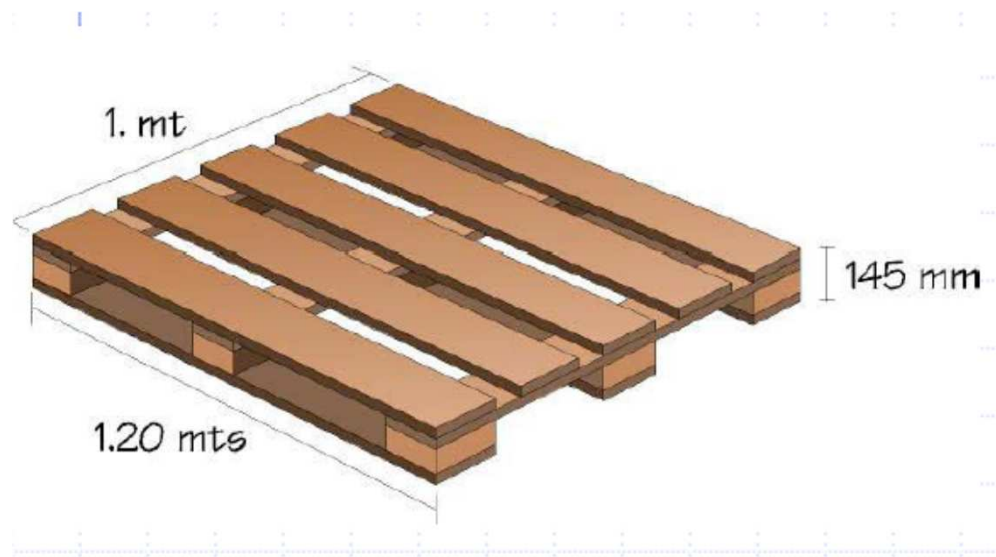
- Punto de reorden = $(20 \text{ cajas/día})(10 \text{ días}) + 100 = 300 \text{ cajas}$
- Máxima cantidad a almacenar = $900 + 100 = 1000 \text{ cajas}$
- Cantidad promedio a almacenar = $0.5(900) + 100 = 550 \text{ cajas}$

Ejercicio

Se requiere almacenar cajas de un producto cuya demanda anual promedio es de 3.600.000. Las cajas tienen una dimensión de 40 cm. de largo x 30 cm. de ancho y 30 cm. de altura. Las cajas se pueden apilar máximo en arrumes de 5 cajas. Se dispone de estanterías que permiten almacenar hasta seis niveles. Por otro lado se ha determinado que el inventario puede rotar hasta 3 veces por mes. El espacio requerido para el área de pasillos es de un 50% del área total. ¿determine las necesidades de espacio de bodega?

Solución

1. Se define la forma de cada unidad de almacenamiento para establecer la cantidad a espacios a requerir.



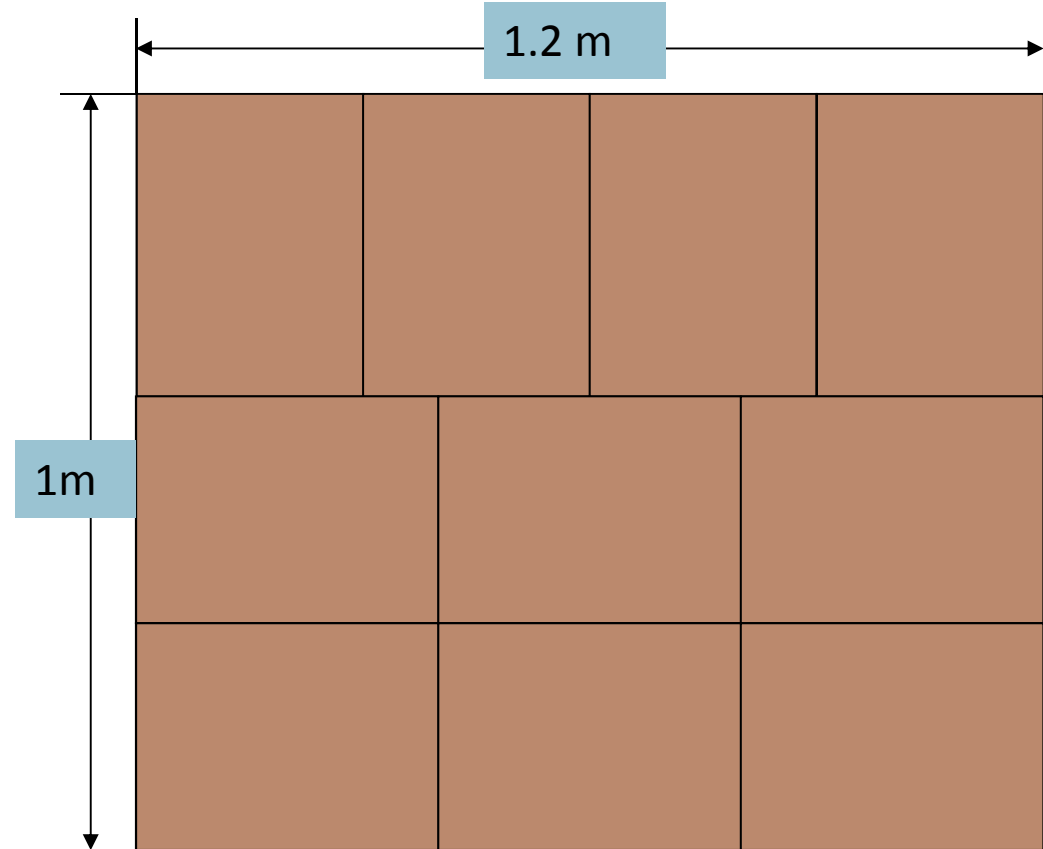
La estiba más comúnmente utilizada en nuestro medio

Solución

Información acerca
de especificaciones
sobre apilamiento



Se define el
sistema de
apilamiento

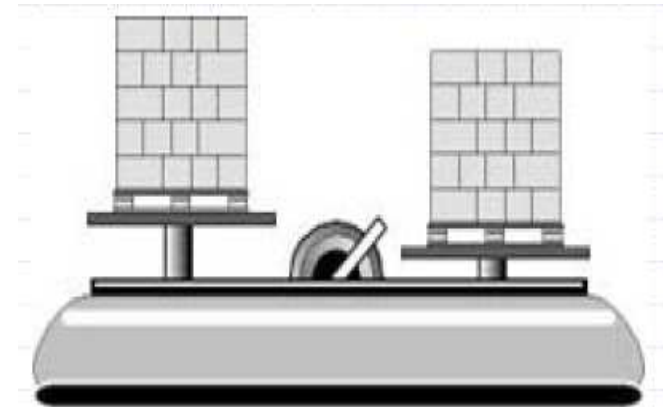
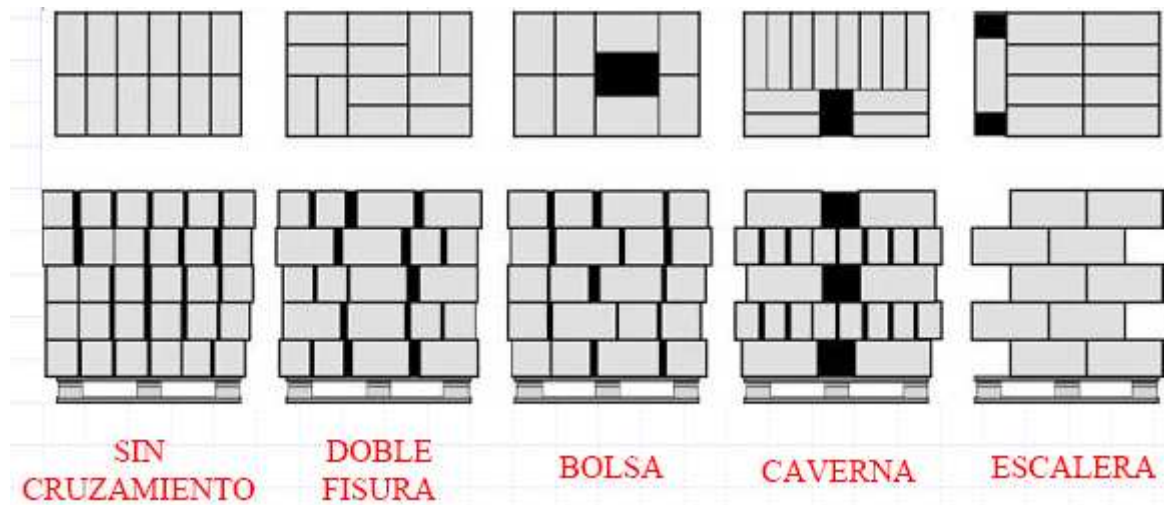
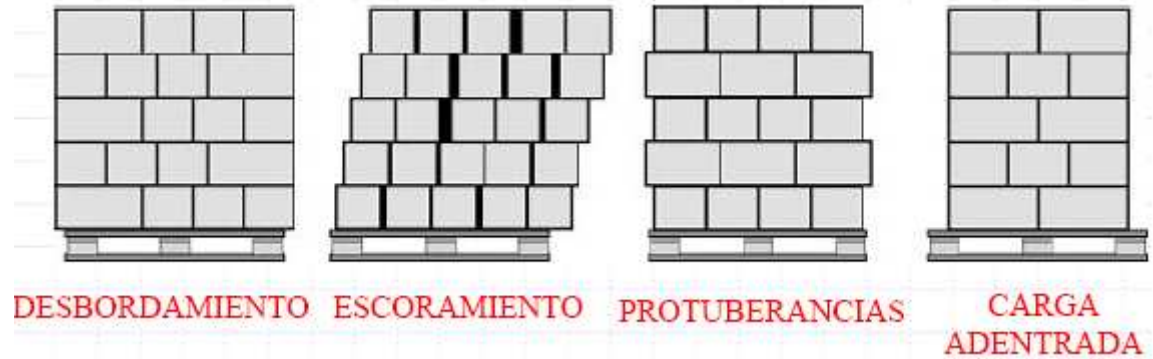
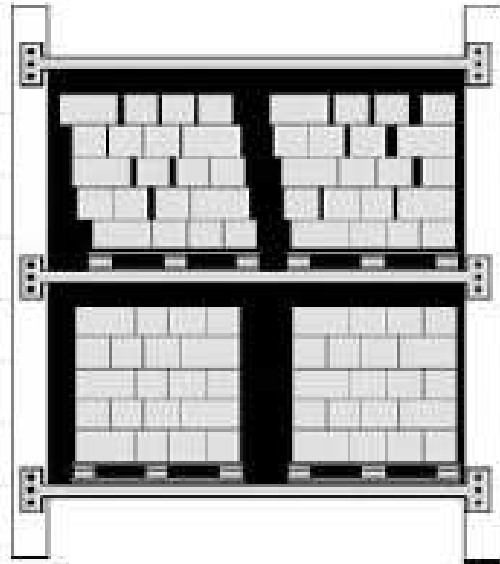


Solución



Se debe tener
en cuenta la
configuración
de la carga y
evitar errores
en el
apilamiento

Solución

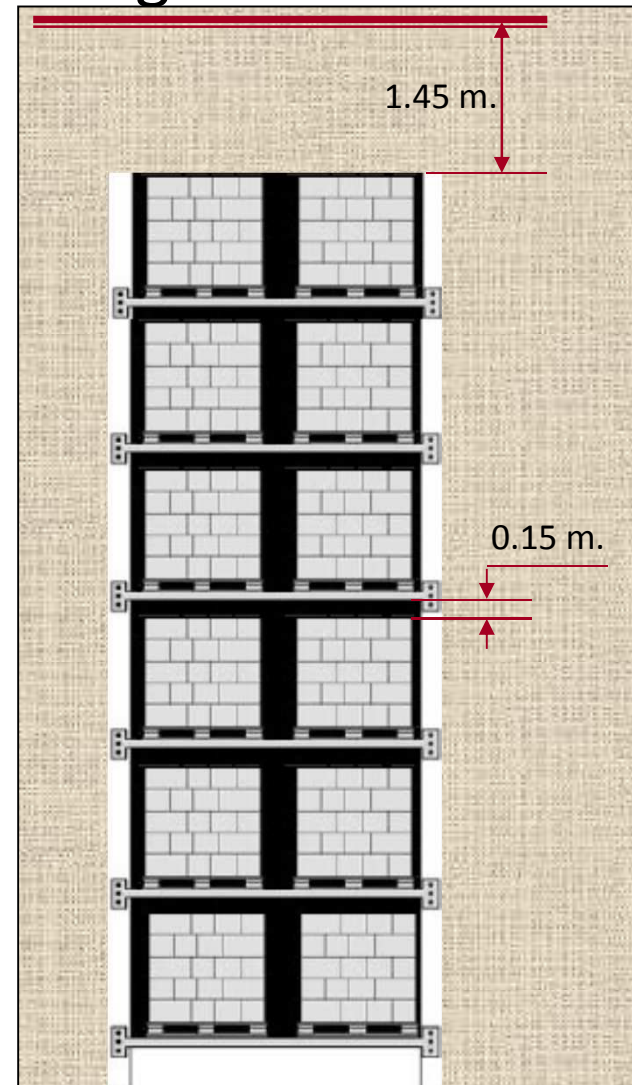


Peso máximo aceptado es de 1 tonelada

Solución

2. Definir el área requerida para cada unidad básica de almacenamiento o posición en la bodega

- Cada estiba ocupa un área de 1.2 m^2
- En cada estiba caben 50 cajas
- En los seis niveles se pueden almacenar hasta 300 cajas



Solución

3. Tener en cuenta la rotación:

La demanda promedio anual es de 3.600.000 de cajas, equivale a 300.000 caja por mes.

Si el inventario rota 3 veces en el mes se debe tener una bodega con capacidad de 100.000 cajas mensuales

Solución

4. Requerimientos de área:

100.000 cajas mensuales acomodadas de acuerdo a la configuración establecida representa un área de piso igual a:

$$\frac{100.000}{300} = 334 \text{ Espacios de piso}$$

Cada espacio ocupa 1.2 m², en total se requiere:

$$334 \times 1.2 = 400.8 \text{ metros cuadrados}$$

Solución

5. Requerimientos para los pasillos:

Se estima que el 50% del área total requerida es para pasillos, o sea:

Area total = Area de almacenamiento + Area de pasillos

$$400.8 \text{ m}^2 + \text{Area total} \times (50\%)$$

$$\Rightarrow \text{Area Total}(1 - 0.5) = 400.8$$

$$\text{Area Total} = \frac{400.8}{0.5} = 800.16 \text{ m}^2$$

Diseño para casos de demanda variable:

- **Combinación de métodos de almacenamiento (privado y rentado) cuando existe mucha fluctuación de requerimientos a lo largo del tiempo.**
- **Por error y ensayo se busca el tamaño óptimo del C. D.**

Ejemplo:

Ejemplo: Se tienen las siguientes proyecciones de demanda para una empresa de productos químicos a lo largo del año (en libras):

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
66,500	328,000	1,048,500	2,141,000	2,820,000	2,395,000
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1,303,000	460,900	99,900	15,300	302,200	556,700

Se ha estimado una rotación mensual de inventarios igual a 3

(ó $3 \times 12 = 36$ rotaciones / año),

$$\text{Rotación de Inventario} = \frac{\text{Flujo Mensual [Lb]}}{\text{Inventario Promedio Mensual [Lb]}} = 3$$

Diseño para casos de demanda variable:

Se dispone de la siguiente información:

- El 50% del espacio de la bodega se utilizará en pasadizos
- Se diseñará con el 70% de utilización para posibles fluctuaciones
- Se estima un volumen específico promedio de $0.5 \text{ pies}^3 / \text{lb}$
- Altura máxima = 16 pies (estantes)
- Costo de construcción (incluyendo equipo) = $\$30 / \text{pie}^2$
- El costo de construcción se amortiza a 20 años
- Costos variables de operación = $\$0.05 / \text{lb}$ de flujo a través del CD
- Costos fijos anuales = $\$3 / \text{pie}^2$ de espacio total
- Se puede rentar espacio en bodega pública a razón de $\$0.1 / \text{lb}$ por mes y con un cargo por manejo de materiales de $\$0.07 / \text{lb}$

Ejemplo - Solución

Paso 1: Determinar los requerimientos de espacio cada mes:

Por cada lb. almacenada se requieren:

$$\frac{0.5 \text{ pies}^3 / \text{lb}}{16 \text{ pies}} = 0.03125 \text{ pies}^2 / \text{lb}$$

Espacio requerido en pies cuadrados

$$\text{Espacio} = \text{Demanda Mensual (lb)} \times (1/3) \times 0.03125 \times (1/0.5) \times (1/0.7)$$

$$\text{Espacio} = 0.029762 \times \text{Demanda Mensual (lb)}$$

Mes	REQ (Pies ²)
Enero	1,979
Febrero	9,762
Marzo	31,205
Abril	63,720
Mayo	83,929
Junio	71,280

Mes	REQ (Pies ²)
Julio	38,700
Agosto	13,717
Septiembre	2,973
Octubre	455
Noviembre	8,994
Diciembre	16,568

Paso 2: Seleccionar un tamaño tentativo de la bodega y calcular costos

Tamaño inicial tentativo de 60,000 pies².

El costo de la construcción de una bodega de dicho tamaño sería:

$$(\$30/\text{pie}^2 \times 60,000 \text{ pies}^2) = \$1,800.000 / \text{año}$$

Se construye una tabla de costos. Primero se calculan los costos fijos de la bodega propia y luego los costos variables y de bodega rentada de acuerdo a la capacidad de la bodega.

Costos Fijos (bodega propia)

$$\begin{aligned}\text{Costo de amortización} &= \text{Costo de construcción} \div \text{No. de años} \div 12 \text{ meses} \\ &= (\$1.800.000 \div 20) \div 12 = \$7.500\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo fijo de operación (mensual)} &= (\$3.00/\text{pie}^2 * 60.000 \text{ pie}^2 / 12 \text{ meses}) \\ &= \$15.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo fijo mensual} \\ &= \text{Costo de amortización} + \\ &\quad \text{costo fijo de operación} \\ &= \$7.500 + \$15.500 \\ &= \$22.500\end{aligned}$$

Costo variable mensual (bodega propia)

El costo variable está en función de la capacidad que tiene la bodega propia y el requerimiento de área para cada mes, por ejemplo:

Para el mes de mayo se requiere 83.929 pies²

$$\text{Luego sólo se podrá manejar } \frac{60.000}{83.929} =$$

71.49% del flujo total

El costo variable sería igual a:

$$\begin{aligned}\text{Flujo requerido} * \% \text{ capacidad} * \text{costo unitario} \\ 2.820.000 \text{ lb.} * 71.49\% * \$0.05/\text{lb.} = \$100.800\end{aligned}$$

Y el costo en bodega rentada sería:

Cargo mensual por almacenamiento:

$$\frac{\text{Flujo mensual} * (1 - \text{cap. mensual}) * \text{cargo fijo/lb. - mes}}{\text{Rotación}} = \$26.800$$

$$\frac{2.820.000 * (1 - 71.49\%) * \$0.1 / \text{lb.} - \text{mes}}{3}$$

Cargo mensual por manejo:

$$\begin{aligned}\text{Flujo mensual} * (1 - \text{cap. mensual}) * \text{cargo por manejo/lb} \\ 2.820.000 * (1 - 71.49\%) * \$0.07 / \text{lb.} = \$56.280\end{aligned}$$

Costo para el mes de mayo \$:

$$\begin{aligned}22.500 + 100.800 + 26.800 + 56.280 \\ 206.380\end{aligned}$$

Paso 3: Seleccionar diversos tamaños tentativos de la bodega y repetir el paso 2 hasta obtener el tamaño ideal que produzca el costo total mínimo.

Es ideal implementar una hoja electrónica para este efecto.

Tamaño de Bodega 60000									
MES	FLUJO [lb]	ÁREA REQ. [pies ²]	% BOD. PRIVADA	COSTO		% BOD. RENT.	COSTO		COSTO MENS. TOTAL [\$]
				FIJO Mens [\$]	VAR. Mens [\$]		ALM. MENS. [\$]	MANEJO MENS. [\$]	
				(90000+3*60000)/12					
					0,05				
Enero	66500	1979	100,0%	22.500,00	3.325	0,0%	0	0	25.825,00
Febrero	328000	9762	100,0%	22.500,00	16.400	0,0%	0	0	38.900,00
Marzo	1048500	31205	100,0%	22.500,00	52.425	0,0%	0	0	74.925,00
Abril	2141000	63720	94,2%	22.500,00	100.800	5,8%	4166,4	8749	136.216,26
Mayo	2820000	83929	71,5%	22.500,00	100.799	28,5%	26800,3	56281	206.380,55
Junio	2395000	71280	84,2%	22.500,00	100.800	15,8%	12633,6	26530	162.463,69
Julio	1303333	38780	100,0%	22.500,00	65.167	0,0%	0	0	87.666,65
Agosto	460900	13717	100,0%	22.500,00	23.045	0,0%	0	0	45.545,00
Septiembre	99900	2973	100,0%	22.500,00	4.995	0,0%	0	0	27.495,00
Octubre	15300	455	100,0%	22.500,00	765	0,0%	0	0	23.265,00
Noviembre	302200	8994	100,0%	22.500,00	15.110	0,0%	0	0	37.610,00
Diciembre	556700	16568	100,0%	22.500,00	27.835	0%	0	0	50.335,00
	11537333	343362		270.000,00	511.466,18		43.600,32	91.560,66	916.627,16

Configuración Interna del Centro de Distribución

Configuración interna de C.D.

Lineamientos generales para aproximar las dimensiones de la bodega y su configuración interna.

Factores para determinar la Altura de la bodega:

- Costos de construcción,
- Costos de manejo de materiales,
- Características de apilamiento de la carga,
- Consideraciones legales y de seguridad,
- Proyecciones futuras de almacenamiento.

Largo vs. Ancho (Bodegas rectangulares)

Se determinan a partir del equilibrio entre los costos de movimiento de los productos a través de la bodega y los costos de construcción. Igualmente, las dimensiones de la bodega se pueden ver influenciadas por la longitud necesaria para acomodar las puertas necesarias para carga /descarga.

Técnicas cuantitativas para toma de decisiones de almacenamiento y manejo de materiales

- Almacenamiento y manejo de materiales (sin incluir inventarios) \approx 25% de los costos de Logística, distribuidos aproximadamente así:
 - Mano de obra \approx 50%
 - Espacio \approx 25%
 - Energía, equipo, otros \approx 25%

Costos de Almacenamiento



Operaciones de recepción y despacho

Para planeación, siempre considerar las características de los equipos de transporte y proveedores.

Involucrar siempre actividades de pre-recepción y de post-despacho, tales como:

- Coordinación de horarios de recepción con proveedores; (programación de recibos).
- Definición de las características de la carga unitaria (estibas) a manejar y el equipo necesario para hacerlo.
- Coordinación y compatibilidad entre los sistemas de información del proveedor y el C.D., y del C.D. y el cliente. Por ejemplo, el suministro de labels adecuados para identificación del producto.
- Coordinación para recuperar recipientes retornables, devoluciones, equipo de transporte devuelto, y para coordinar horarios de despacho. (Logística Reversiva).

Operaciones de recepción y despacho

- Coordinar adecuadamente recepción y producción, producción y despacho, y recepción y despacho.

La ruta normal de flujo de materiales es

proveedor – recepción – almacenamiento – producción –
almacenamiento en C.D. – despacho – cliente.

- Puede darse el caso de rutas directas

recepción → producción → almacenamiento y/o producción →
despacho,

- Definir la centralización de las actividades de recepción y despacho. Esto depende:

- . del acceso existente de los medios de transporte en las instalaciones del C.D.,
- . de la organización de los horarios de recepción y despacho, y
- . de otros aspectos más particulares para cada caso

Principio para el mejoramiento de la Recepción y el Despacho

- En lo posible, no recibir ítems que pueden ser despachados directamente del proveedor al cliente.
- Preprocesar la información de Recepción (actividades de pre-recepción), con respecto a la asignación del lugar en el C.D, identificación del producto, etc. Capturar del proveedor vía EDI o fax antes de que llegue la mercancía.
- En lo posible, enviar directamente desde el área de recepción hacia el área de despacho. Ejemplos:
 - estibas que contienen un solo ítem
 - cajas sueltas almacenadas sobre el piso
 - mercancía que llega para cumplir órdenes pendientes.

Principio para el mejoramiento de la Recepción y el Despacho

- Envíe materiales y productos directamente a las áreas primarias (reposición) o a las áreas de reserva. Así se pueden eliminar las actividades de apilado e inspección. Equipo adecuado para llevar a cabo estas actividades debe estar disponible.
- Prepare en recepción de una vez los productos para su eventual despacho. Esto incluye:
 - Pre-empacado en cantidades incrementales que se ofrecen con descuento;
 - Aplique los labels y etiquetas adhesivas necesarias;
 - Mida volumen y peso de productos para almacenamiento y transporte.

Principio para el mejoramiento de la Recepción y el Despacho

- Ordene los materiales y productos recibidos de acuerdo a su zona de almacenamiento y su secuencia de procesamiento.
- Combine las actividades del almacenamiento y recolección para evitar la operación de vehículos vacíos.
- Seleccione unidades de manejo (estibas) que sean eficientes con respecto al costo y a la utilización del espacio.
- Minimice documentos de trabajo en recepción y despacho, siempre y cuando esto no vaya en contraposición de la seguridad del sistema.

Actividades de Almacenamiento

almacenamiento: guardar, proteger y conservar la mercancía adecuadamente en un periodo de tiempo y facilitar la labor de despacho cuando se requiera.

Los objetivos del almacenamiento y las funciones de un C.D. son:

- Maximizar la utilización de los recursos mientras se satisfacen los requerimientos de los clientes
- Maximizar el servicio al cliente sujeto a las restricciones de recursos limitados.

Los recursos son: espacio, equipo y personal.

Los requerimientos de los clientes son la obtención de los productos necesarios rápidamente y en buena condición.



Actividades de Almacenamiento

El diseño de los sistemas de almacenamiento debe:

- Maximizar la utilización del espacio;
- Maximizar la utilización del equipo;
- Maximizar la eficiencia del personal;
- Maximizar la accesibilidad de todos los materiales;
- Maximizar la protección de todos los materiales.

Al diseñar el sistema de almacenamiento se requiere:

seleccionar el equipo correcto, seleccionar y capacitar al personal adecuado, diseñar una correcta distribución de bodega, y asignar el espacio correcto a cada ítem.

Almacenamiento Según Características del producto

1. Almacenamiento de Productos Inflamables, Edificios protegidos a prueba de fuego.
2. Almacenamiento de productos con necesidad de seguridad. Cajas de seguridad.
3. Almacenamiento de productos perecederos. Refrigeración especial, frío.
4. Almacenamiento productos secos. Condiciones secas, adecuada manipulación, estanterías de almacenamiento, bodegas cubiertas, materiales.

Clases y Clasificación del almacenamiento

Clases de Almacenamiento:

- Paletizado (Estantería)
- Góndolas y Estanterías
- Estantería de Flujo
- Almacenamiento de Piso
- Carruseles (Rotativos)

Clasificación del Almacenamiento:

- Posición fija
- Al Azar, Aleatoria y/o Caótica
- Posición Transitoria

Métodos de Almacenamiento

Almacenamiento Aleatorio:

Cualquier ítem puede ser almacenado en cualquier espacio disponible (Normalmente se asigna al espacio más cercano y se rota el inventario mediante una orden FIFO).

1. Almacenamiento Dedicado: Sucede al asignar una ubicación fija para ciertos productos en la zona de almacenamiento. Tiene dos variaciones.

1.1 Basado en la Calidad

1.2 Basado en la actividad y el nivel de inventario

Métodos de Almacenamiento

2. Almacenamiento Caótico: Sucede Cuando una carga llega para almacenamiento y se le asigna la posición disponible y compatible más cercana. Este se ajusta a una política de inventarios FIFO (Primero que entra, primero que sale) donde el SKU (Stock Keeping Unit) asegura su rotación dentro del inventario.

Ventajas:

Mayor información para lograr máxima eficiencia en el sistema planeado.

Más administración.

Mayor movilización (reubicación).

Métodos de Almacenamiento

1. Almacenamiento al Piso (Arrumes):

VENTAJAS

- Buena utilización del Volumen
- Emplea equipo sencillo
- Despejado para instalar mesanines
- No requiere infraestructura costosa

DESVENTAJAS

- Diseño de Productos
- Estructura rígida
- Puede causar subutilización
- Requiere equipos para la altura

2. Almacenamiento Estanterías:

VENTAJAS

- Amplia gama de componentes
- Apilación fácil
- Fácil control
- Ubicación identificable
- Fácil acceso

DESVENTAJAS

- Difícil de dismantelar
- Estructura rígida
- Puede causar subutilización
- Requiere equipos para la altura

Métodos de Almacenamiento

3. Estantería de flujo (Rodillos):

VENTAJAS

- Rotación del inventario perfecto
- Reduce los movimientos
- Excelente para mercancía de movimiento rápido y tamaño pequeño
- Buena utilización de volumen

DESVENTAJAS

- Necesita estiba especiales
- Debe ser diseñada por expertos
- No es para todo el inventario
- Menos espacio para preparación de pedidos

5. Estantería Móviles:

VENTAJAS

- Muy buena utilización
- Flexibilidad de almacenamiento
- Buena seguridad

DESVENTAJAS

- Costo del equipo
- Funcionamiento lento
- Es necesario equilibrar el trabajo

Estantería para Almacenamiento

- **Paletizado Dinámico:** Funciona con rodillos o por gravedad, se pueden hacer picking multi palet.



- **Paletizado Estricto:** Control Fijo rodillo por gravedad.

Carruseles Verticales



Ubicaciones

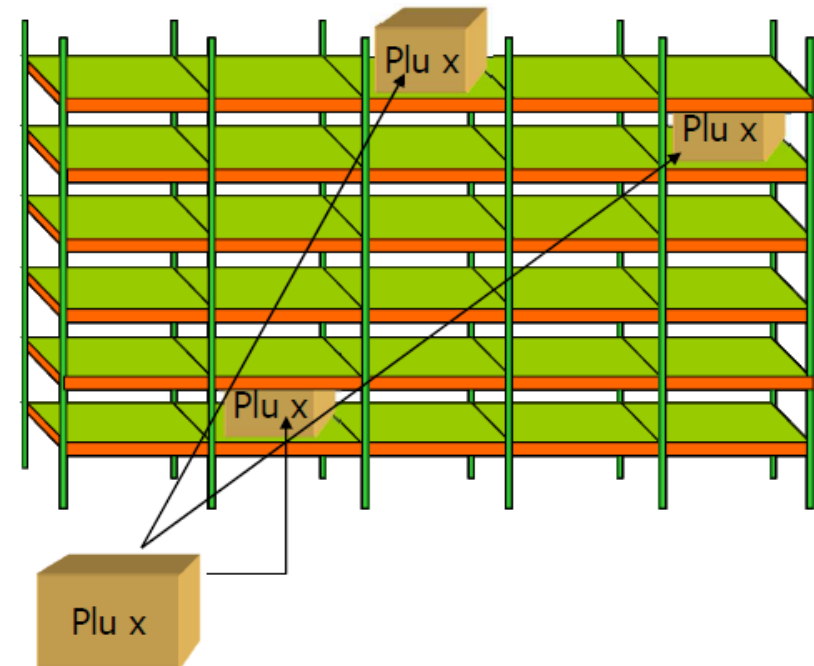
Fijas-Azar-Excepción

Ubicaciones al AZAR:

Parte superior en las estanterías por encima de los tres metros. La función de la mercancía en estas posiciones es abastecer las FIJAS.

Ubicaciones FIJAS:

Espacios en la estantería entre cero y tres metros aproximadamente, son ubicaciones para el picking.



Un plu puede estar en una o varias ubicaciones del AZAR, pero solo en una ubicación FIJA

Ubicación Por Excepción: cuando la unidad de despacho definida no aplique para algunas cadenas, se podrá matricular una segunda unidad con una segunda ubicación.

Ejemplo de espacio requerido en los dos métodos

PRODUCTOS							
PERIODO	1	2	3	4	5	6	AGREGADO
1	24	12	2	12	11	12	73
2	22	9	8	8	10	9	66
3	20	6	6	4	9	6	51
4	18	3	4	24	8	3	60
5	16	36	2	20	7	24	105
6	14	33	8	16	6	21	98
7	12	30	6	12	5	18	83
8	10	27	4	8	4	15	68
9	8	24	2	4	3	12	53
10	6	21	8	24	2	9	70
11	4	18	6	20	1	6	55
12	2	15	4	16	24	3	64
13	24	12	2	12	23	24	97
14	22	9	8	8	22	21	90
15	20	6	6	4	21	13	70
16	13	3	4	24	20	15	79
17	16	36	2	20	19	12	105
18	14	33	8	16	18	9	98
19	12	30	6	12	17	6	83
20	10	27	4	8	16	3	68
21	8	24	2	4	15	24	77
22	6	21	8	24	14	21	94
23	4	18	6	20	13	18	79
24	2	15	4	16	12	15	64
						SUMA	1850

Sistema de Almacenamiento

Dedicado:

140

Aleatorio:

105

Diseño
combinado:

Bodega propia
+Rentada

$1850/24=77.1$

Configuración de estanterías y corredores

Se busca determinar:

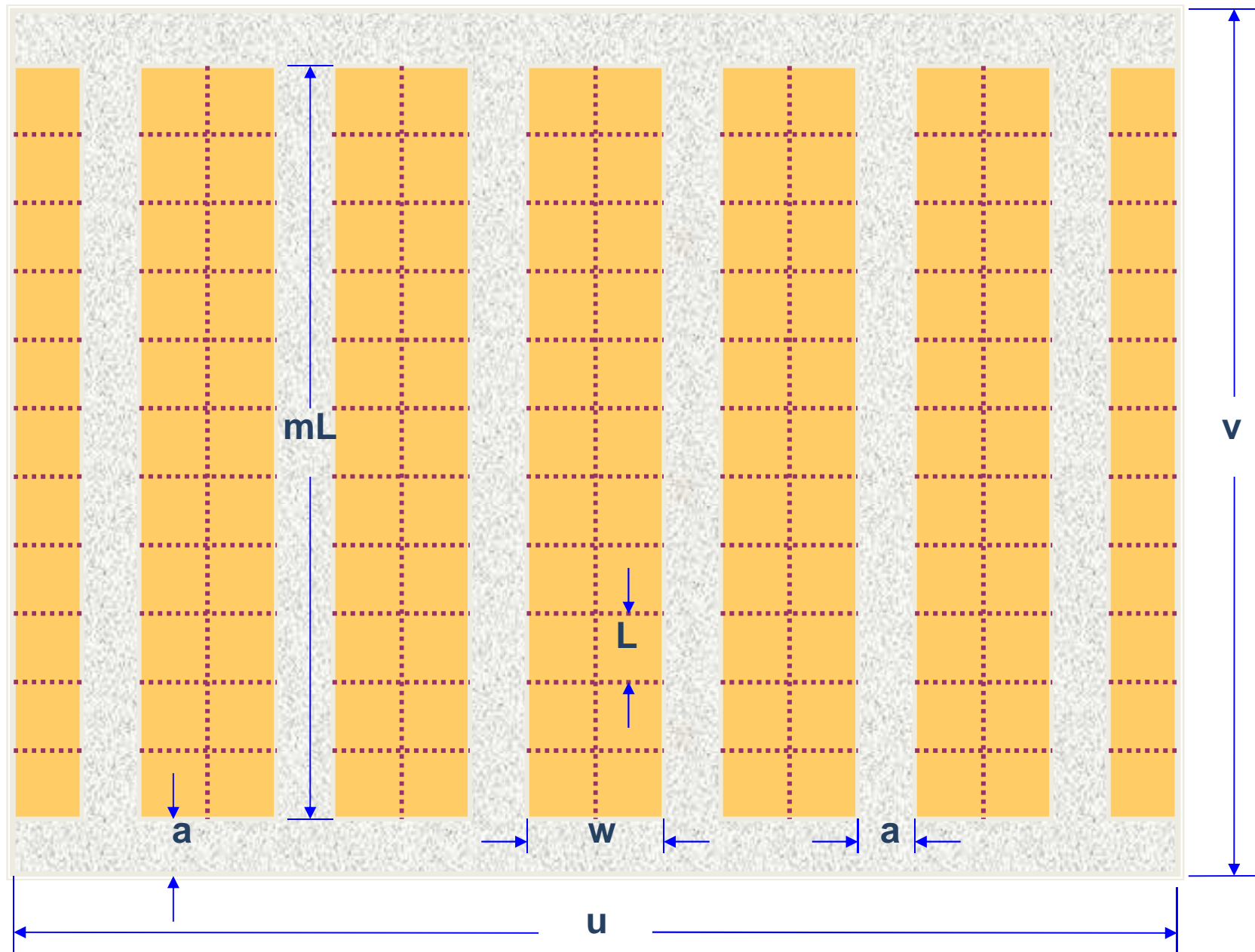
- Número de espacios de almacenamiento en cada estantería,
- Número de estanterías a utilizar,
- Posición relativa de las estanterías con relación a la bodega.

Supuestos:

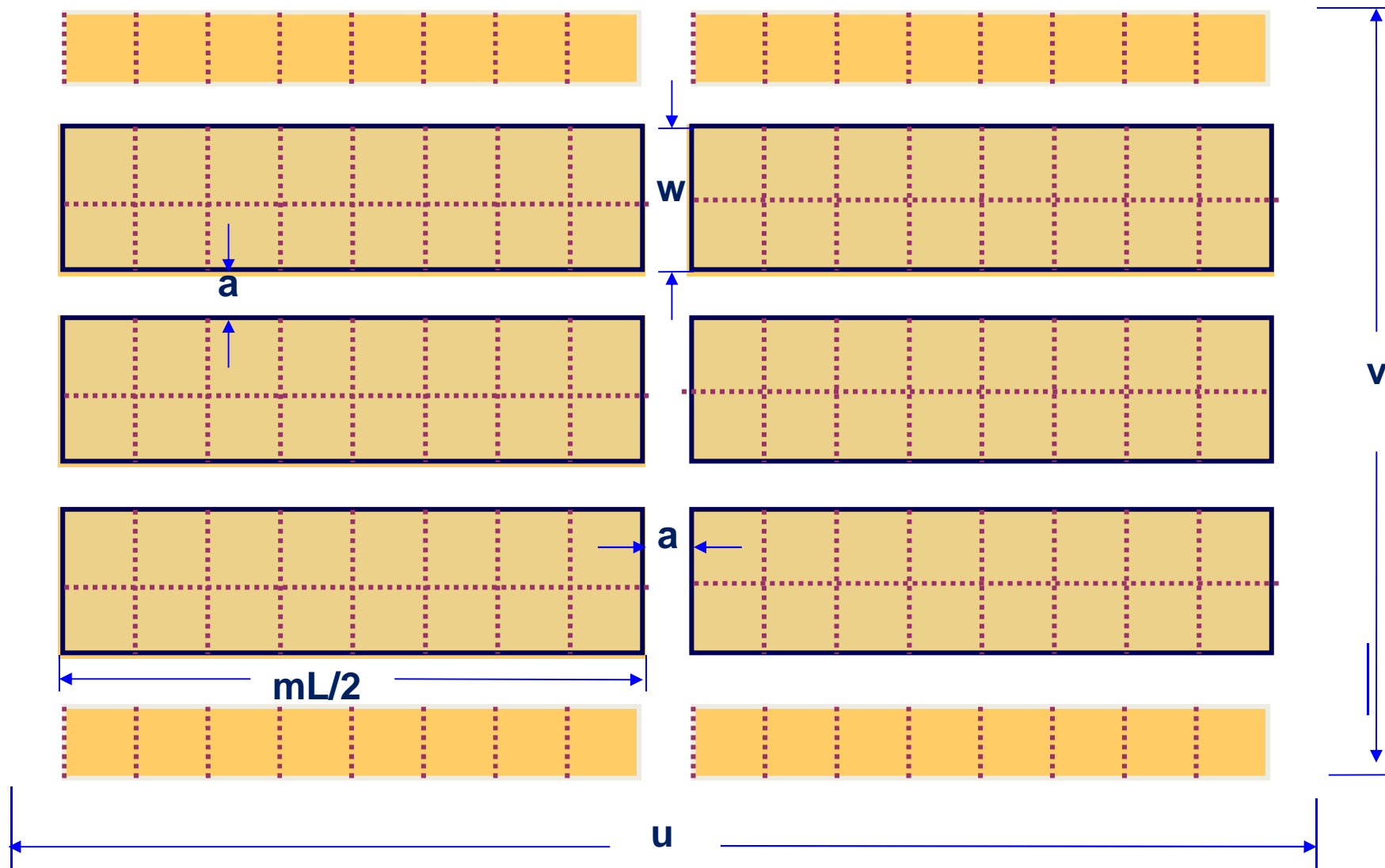
- El producto se recibe a través de una puerta en un lado del edificio y se despacha por otra puerta en el lado opuesto.
- Las puertas están localizadas en el centro del edificio.
- Todas las partes de la bodega tienen la misma probabilidad de ser utilizadas.
- La estantería es de doble – faz, excepto aquellas ubicadas contra las paredes.

OBJETIVO: Minimizar la suma de costos por manejo de materiales, el costo de área del almacén y el costo anual asociado con el tamaño (perímetro) del edificio.

Estanterías perpendiculares a la pared más larga (1)



Estanterías paralelas a la pared más larga (2)



W = Ancho de una estantería de doble-faz [pies]

L = Longitud de cada espacio de almacenamiento (por ej., el ancho de una estiba) [pies]

m = Número de espacios de almacenamiento a lo largo de una estantería

h = Número de niveles de almacenamiento en la dirección vertical

n = Número de estanterías de doble-faz; dos estanterías = una doble

K = Capacidad total de la bodega en espacios de almacenamiento

a = Ancho de un corredor [pies], asumiendo que todos tienen el mismo ancho

u = Longitud (largo) de la bodega [pies]

v = Ancho de la bodega [pies]

d = Demanda anual de la bodega en unidades de almacenamiento / año (por ejemplo, en estibas). Se asume que un ítem de almacenamiento ocupa una unidad de espacio de almacenamiento.

C_h = Costo de manejo de materiales, de mover un ítem una unidad de longitud [\$/pie]

C_s = Costo anual por unidad de área de la bodega, por ej.: climatización, luz, mantenimiento. [\$/pie²]

C_p = Costo anual por unidad de longitud de paredes externas [\$/pie]

Configuración de estanterías y corredores (1)

Número óptimo de espacios de almacenamiento

$$m_1^* = \frac{1}{L} \sqrt{\left[\frac{dC_h + 2aC_s + 2C_p}{2(dC_h + C_p)} \right] \left[\frac{K(w + a)L}{2h} \right]}$$

Número óptimo de estanterías doble - faz

$$n_1^* = \frac{1}{w + a} \sqrt{\left[\frac{2(dC_h + C_p)}{dC_h + 2aC_s + 2C_p} \right] \left[\frac{K(w + a)L}{2h} \right]}$$

Largo óptimo de la bodega

$$u_1^* = n_1^* (w + a)$$

Ancho óptimo de la bodega

$$v_1^* = 2a + m_1^* L$$

Configuración de estanterías y corredores (2)

Número óptimo de espacios de almacenamiento

$$m_2^* = \frac{1}{L} \sqrt{\left[\frac{2dC_h + 3aC_s + 2C_p}{dC_h + 2C_p} \right] \left[\frac{K(w+a)L}{2h} \right]}$$

Número óptimo de estanterías doble - faz

$$n_2^* = \frac{1}{w+a} \sqrt{\left[\frac{dC_h + 2C_p}{2dC_h + 3aC_s + 2C_p} \right] \left[\frac{K(w+a)L}{2h} \right]}$$

Largo óptimo de la bodega

$$u_2^* = 3a + m_2^* L$$

Ancho óptimo de la bodega

$$v_2^* = n_2^* (w + a)$$

Minimización de costos entre las dos configuraciones:

- Si $d < C_p / C_h$, seleccionar la configuración 1;
- Si $d > 2C_p / C_h$, seleccionar la configuración 2;
- Si $C_p / C_h < d < 2C_p / C_h$, no se puede concluir.

Configuración de estanterías y corredores – Ejemplo (2)

W = Ancho de una estantería de doble – faz = 8 pies

L = Longitud de cada espacio de almacenamiento = 4 pies

h = 4 niveles de almacenamiento en la dirección vertical

K = Capacidad total = 50,000 espacios de almacenamiento

a = Ancho de un corredor = 10 pies

d = Demanda anual = 400,000 estibas / año

C_h = \$0.001 / pie (Costo anual de manejo de materiales)

C_s = \$0.05 / pie² (Costo anual de espacio)

C_p = \$3 / pie (Costo anual de perímetro)

Espacio requerido por cada estiba = 4 x 4 x 4 pies

Rotación en la bodega = 8 veces / año

Configuración de estanterías y corredores – Ejemplo 2

Demanda	400000	$2C_p / C_h$	6000
Se escoge la configuración 2			

$$m_2^* = \frac{1}{4} \sqrt{\left[\frac{2(400.000)(0.001) + 3(10)(0.05) + 2(3)}{(400.000)(0.001) + 2(3)} \right] \left[\frac{50.000(8+10)(4)}{2(4)} \right]}$$

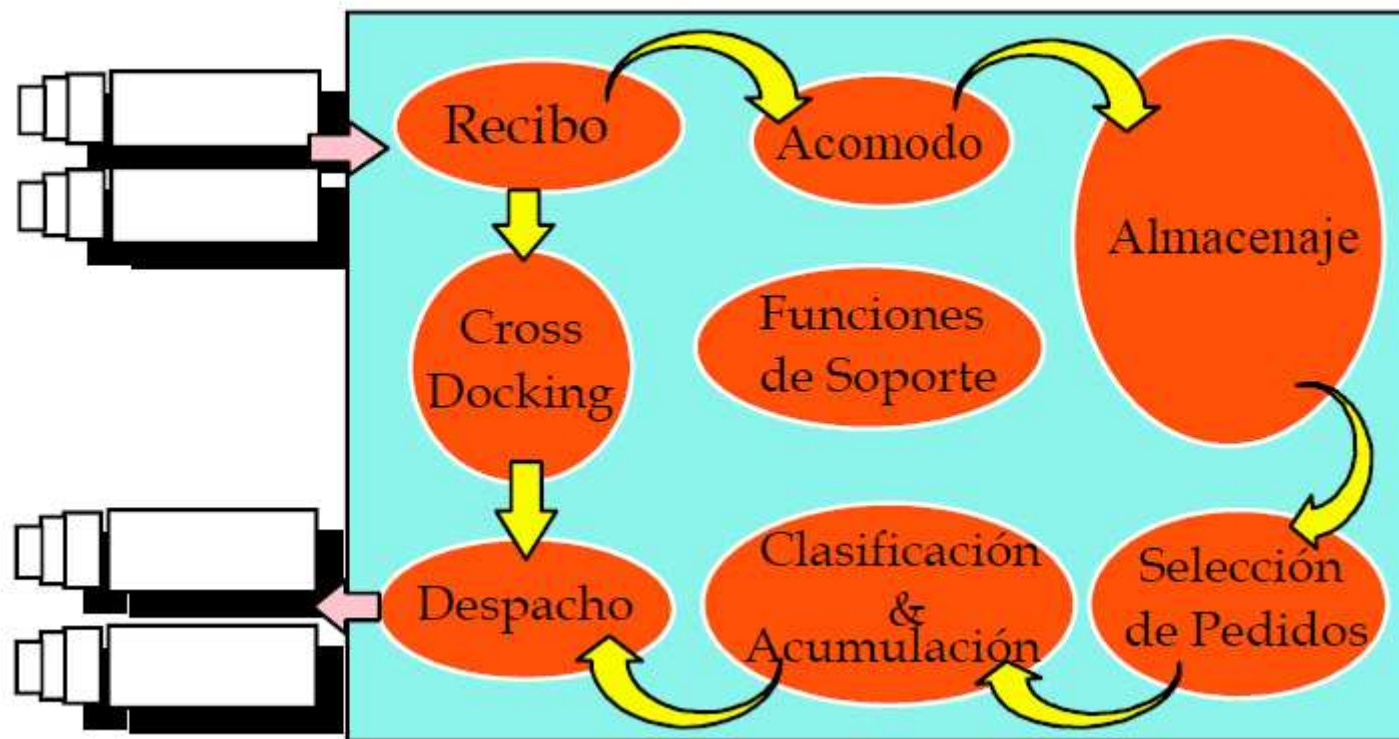
$$n_2^* = \frac{1}{8+10} \sqrt{\left[\frac{(400.000)(0.01) + 2(3)}{2(400.000)(0.001) + 3(10)(0.05) + 2(3)} \right] \left[\frac{50.000(8+10)(4)L}{2(4)} \right]}$$

$$u_2^* = 3(10) + (237)(4) \quad v_2^* = 26(8+10)$$

No. De Espacio Óptimo	m Óptimo	237
No. De Estanterías Óptimo	n Óptimo	26
Largo de la Bodega Óptimo	u Óptimo	978,00
Ancho de la Bodega Óptimo	v Óptimo	468,00

Diseño de Flujos en un Centro de Distribución

Flujo Tradicional de Procesos en Almacenamiento

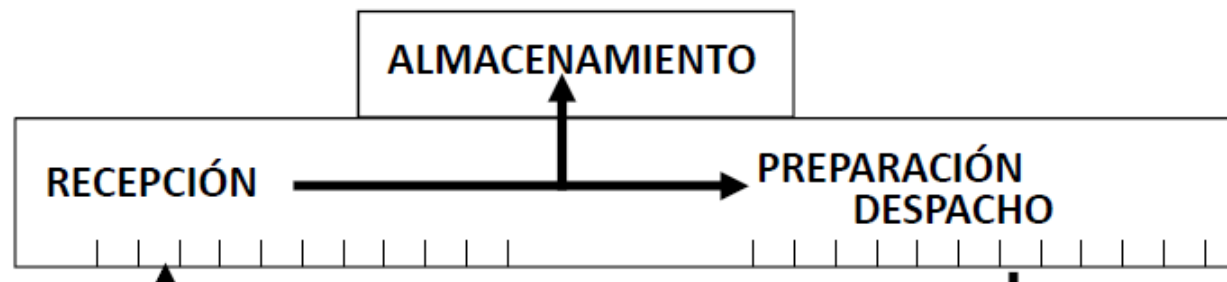


Diseño de Flujos en un Centro de Distribución

Flujo De Mercancía en U:

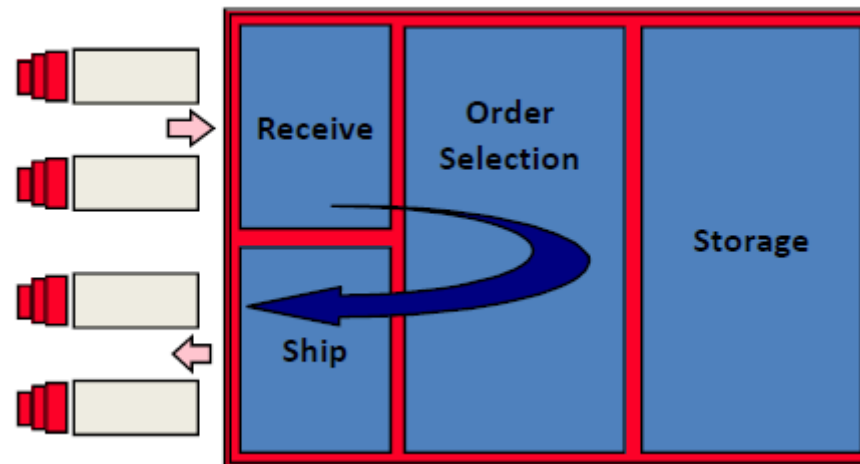
Ventajas:

- Se utilizan los muelles para recibo y despacho de mercancía.
- Se puede compartir personal y equipos de manejo de materiales.
- Facilita las labores de control y supervisión.
- Reduce necesidades de almacenamiento(JIT).



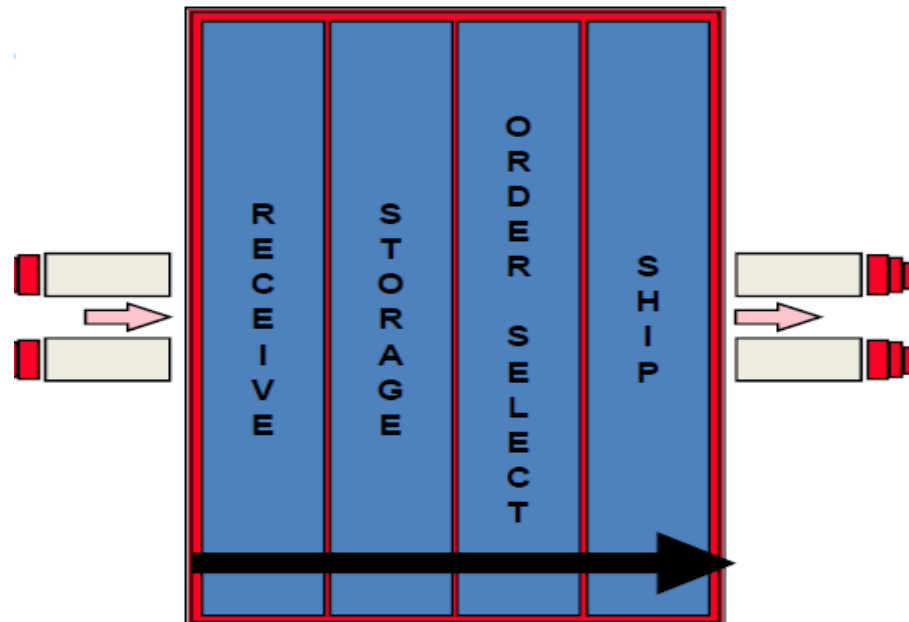
Configuración en forma de U

- Configuración mas usada
- Flexibilidad de muelles para despacho y recibo.
- Acomoda posiciones de almacenamiento efectivas para recibo y despacho.
- Permite transacciones duales de acomodo y extracción (Interleaving)
- Utilización intensiva de equipos de manejo de materiales
- Mejora la Eficiencia de los equipos



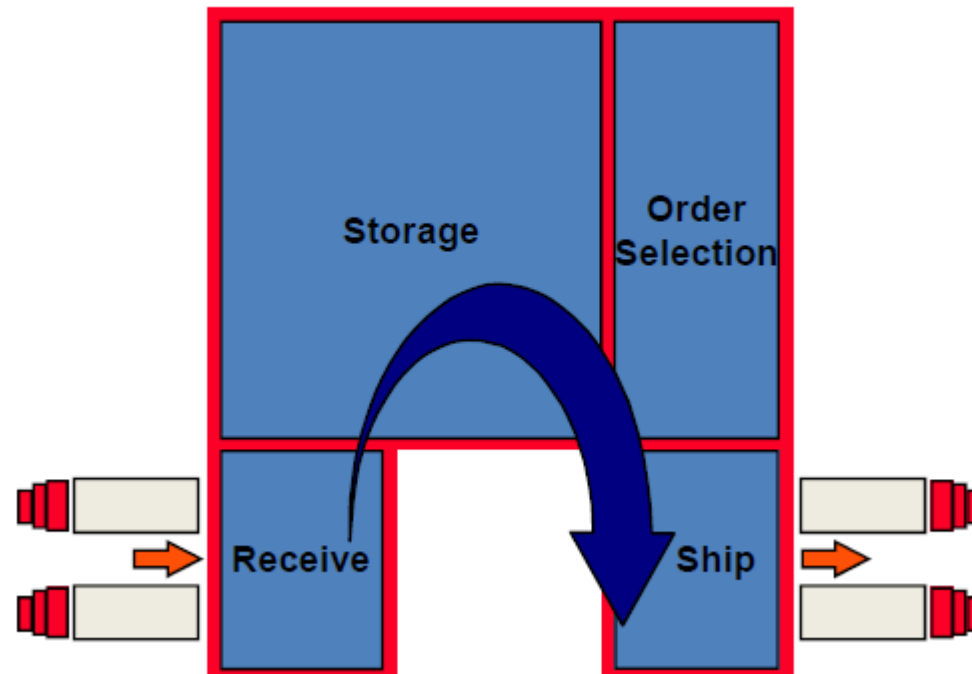
Configuración Flujo Continuo

- Usada en operaciones de alto volumen
- Configuración de edificios larga y angosta.
- Limita transacciones duales.
- Asignación de posiciones óptima para acomodo o extracción pero no ambas.



Configuración Modular

- Flexibilidad de expansión con mínima interrupción
- Típica de altos volúmenes
- Frecuentemente utiliza almacenaje y manejo automatizados
- El costo mas alto de instalaciones físicas



Optimización de operaciones de
recolección de órdenes y
Localización de los productos
dentro de la bodega 4ta

Actividades de recolección de órdenes (“Picking”)

Es la actividad más costosa en una bodega típica.

Representa alrededor del 63% de los costos totales en las actividades de una bodega (incluyendo recepción, almacenamiento y despacho).

Las tendencias actuales (JIT), han hecho esta actividad mucho más compleja, ya que:

- Se necesita despachar un mayor número de órdenes más frecuentemente y con la máxima precisión posible, y
- Se presenta un mayor número de SKUs.

Las actividades de recolección de órdenes se pueden mejorar sustancialmente sin incurrir en gastos elevados de equipo o incrementar el personal necesario.

Estrategias

1. Eliminar y combinar operaciones donde sea posible.

Las operaciones que realiza una persona al recolectar una orden pueden ser las siguientes:

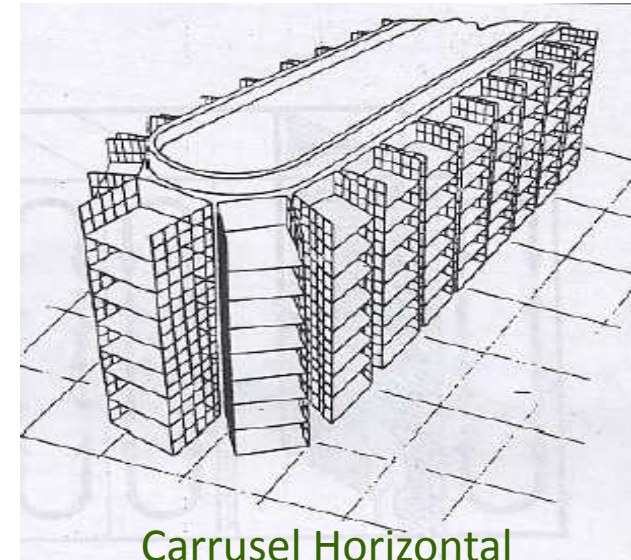
- Desplazamiento hacia, desde o entre las zonas de recolección.
- Extracción de los ítems de las zonas de almacenamiento.
- Empinarse o agacharse para acceder a las zonas de almacenamiento.
- Documentación de las transacciones realizadas.
- Consolidación de ítems en órdenes.
- Empaque de ítems.
- Búsqueda de localizaciones de almacenamiento.

La distribución de estas actividades en cuanto al tiempo que consumen en promedio

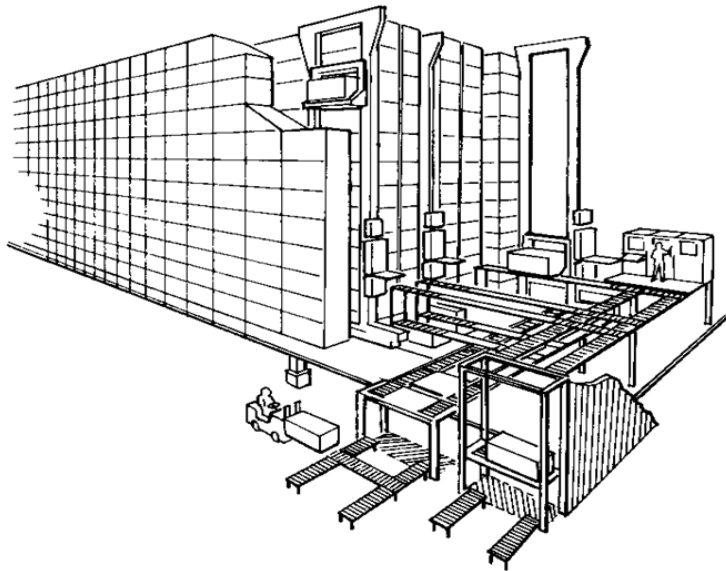
Desplazamiento	(60%)
Extracción	(25%)
Búsqueda	(10%)
Otros	(5%)

Estrategias

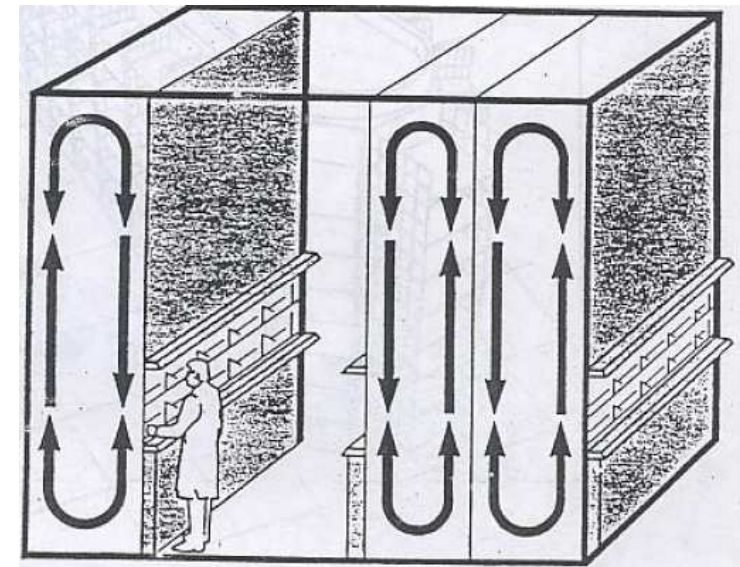
Actividad	Método	Equipo requerido
Desplazamiento	Mueva los artículos, no la persona	Sist. Aut. De mini carga (AR/RS) Carrusel
Documentación	Flujo automático de información	Picking asistido por computador Sistemas automáticos de identificación
Acceso al lugar de recolección	Presentar los ítems a la altura de la cintura	- Carruseles verticales - AS/RS con persona a bordo
Consolidación de órdenes	Asignar una persona /orden y una orden /recorrido	
Búsqueda	Mover ítems → persona o persona → ítems	- Carruseles - AS/RS
Extracción	Automático	Sistema automático



Carrusel Horizontal



Sistema AS/RS



Carrusel Vertical

Estrategias

2. Asigne los ítems de mayor movimiento a las localizaciones más fácilmente accesibles en la bodega.

La “actividad” puede medirse de diferentes formas:

- En valor económico de los ítems
- En unidades de producto
- En “paquetes” despachados (cajas, estibas)
- En actividad de recolección: número de veces que un ítem aparece en las órdenes.

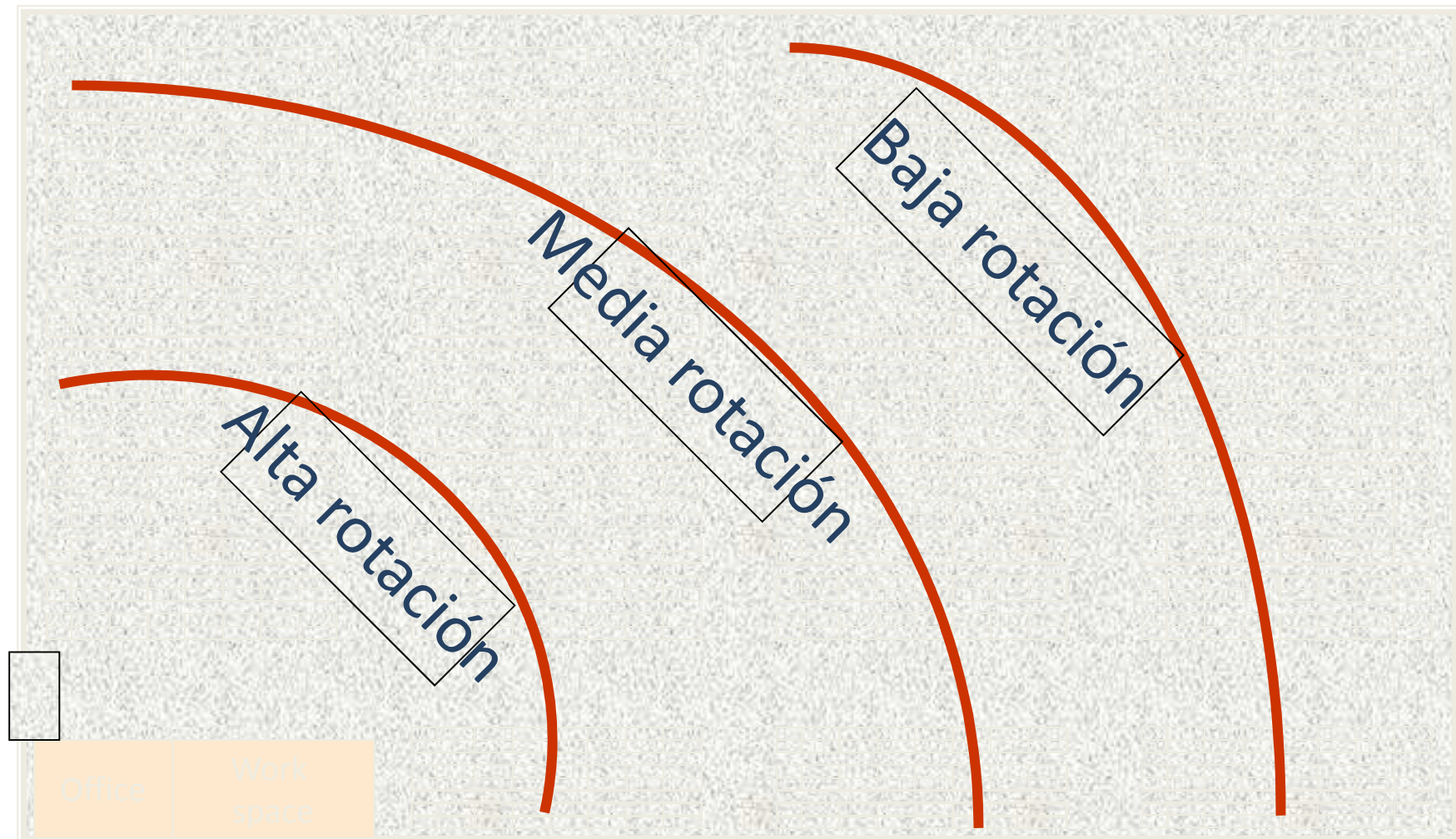
En sistemas de estibas, debería usarse la cantidad de estibas despachadas de cada producto, o en su defecto, la actividad de recolección expresada anteriormente.

Ejemplo

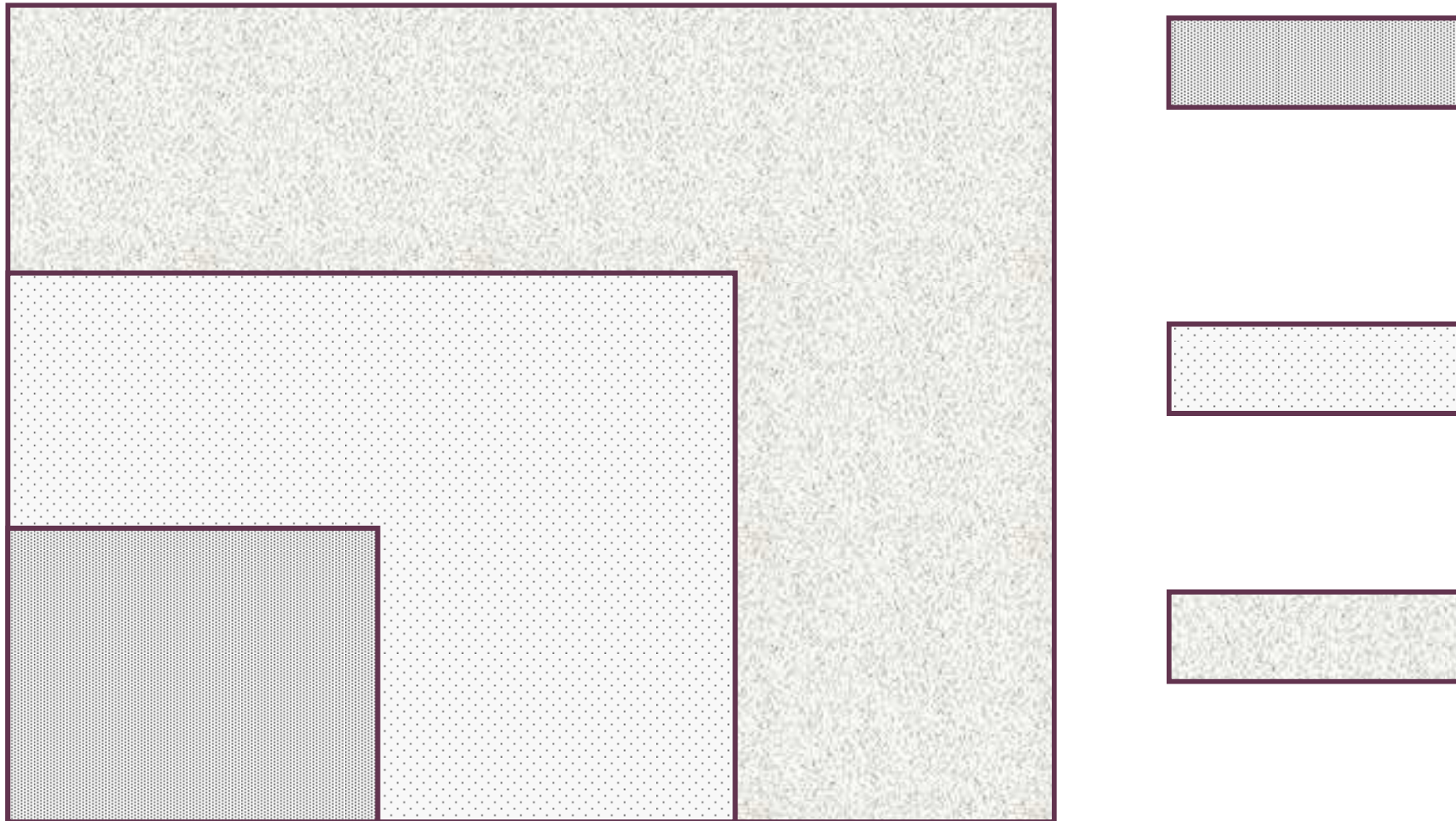
Ítem No	Unid despachada por mes	Actividad de recolección	Área de almacenamiento (Cm ²)	Rotación Ajustada
1	35	28	450	$28/450=0.0622$
2	25	20	225	$20/225=0,0889$

El ítem 1 presenta un mayor movimiento absoluto (en unid./mes y en actividad de recolección), pero, una rotación ajustada con respecto al lugar que ocupa en área menor. Por lo tanto, el ítem 2 debería declararse como el más activo.

Plan de asignación de ubicación basado en actividad, en una bodega “Caminar – Recoger”



Asignación de ubicación basado en actividad en una bodega: Sistema AS/RS

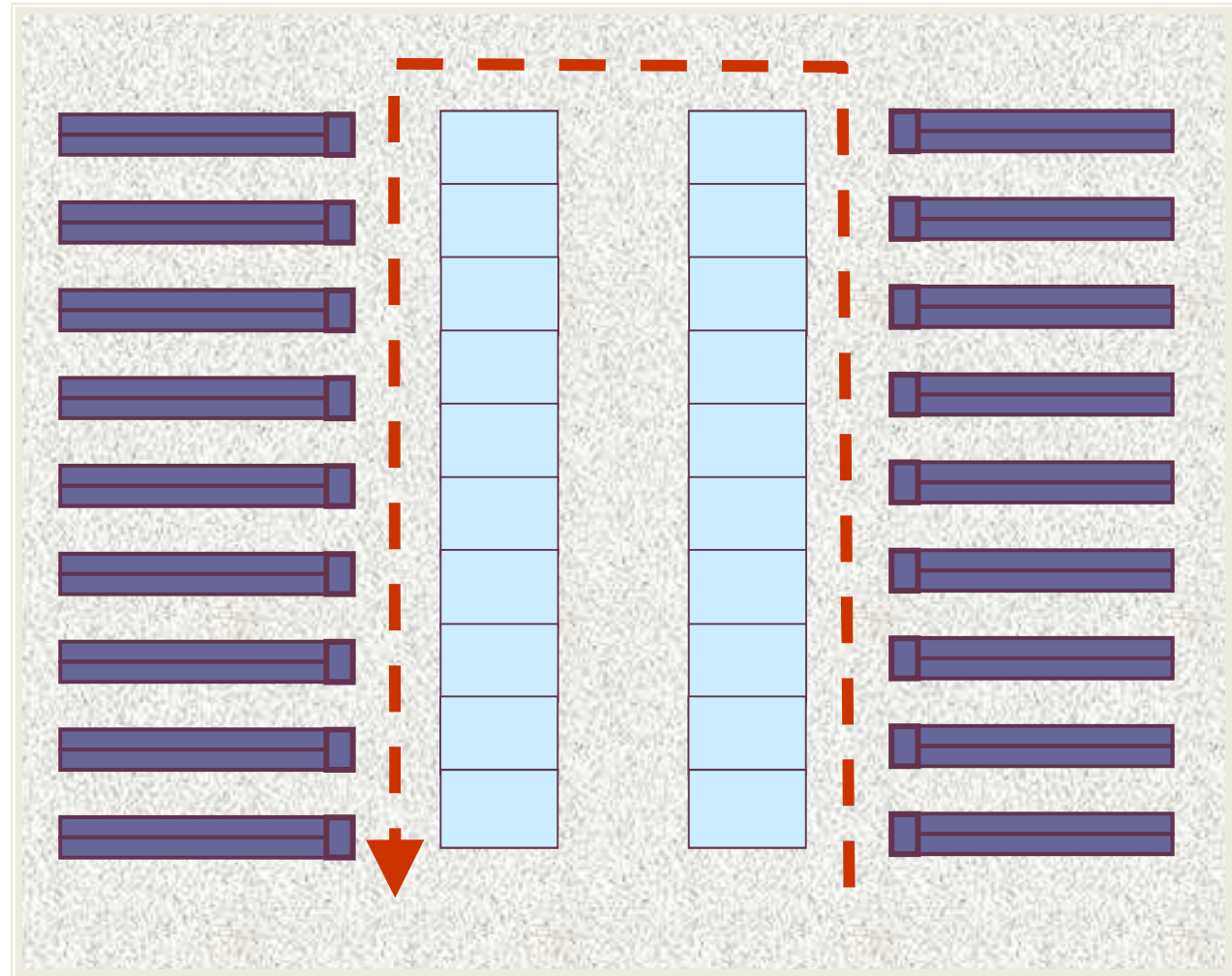


3. Balancear las actividades de recolección a lo largo de las zonas de picking para reducir la congestión.

Una buena zona de recolección debe lograr:

- Que no haya congestión
- Reducción de tiempos.

Un diseño en forma de herradura es adecuado



4. Asigne ítems que sean probables de ser requeridos simultáneamente (asignación con correlación), a zonas cercanas.

En muchos casos existen ítems cuya demanda es correlacionada. Por ejemplo:

- “Kits” de reparación,
- Ítems provenientes del mismo proveedor,
- Ítems de un sub–ensamble,
- Ítems del mismo tamaño, etc.

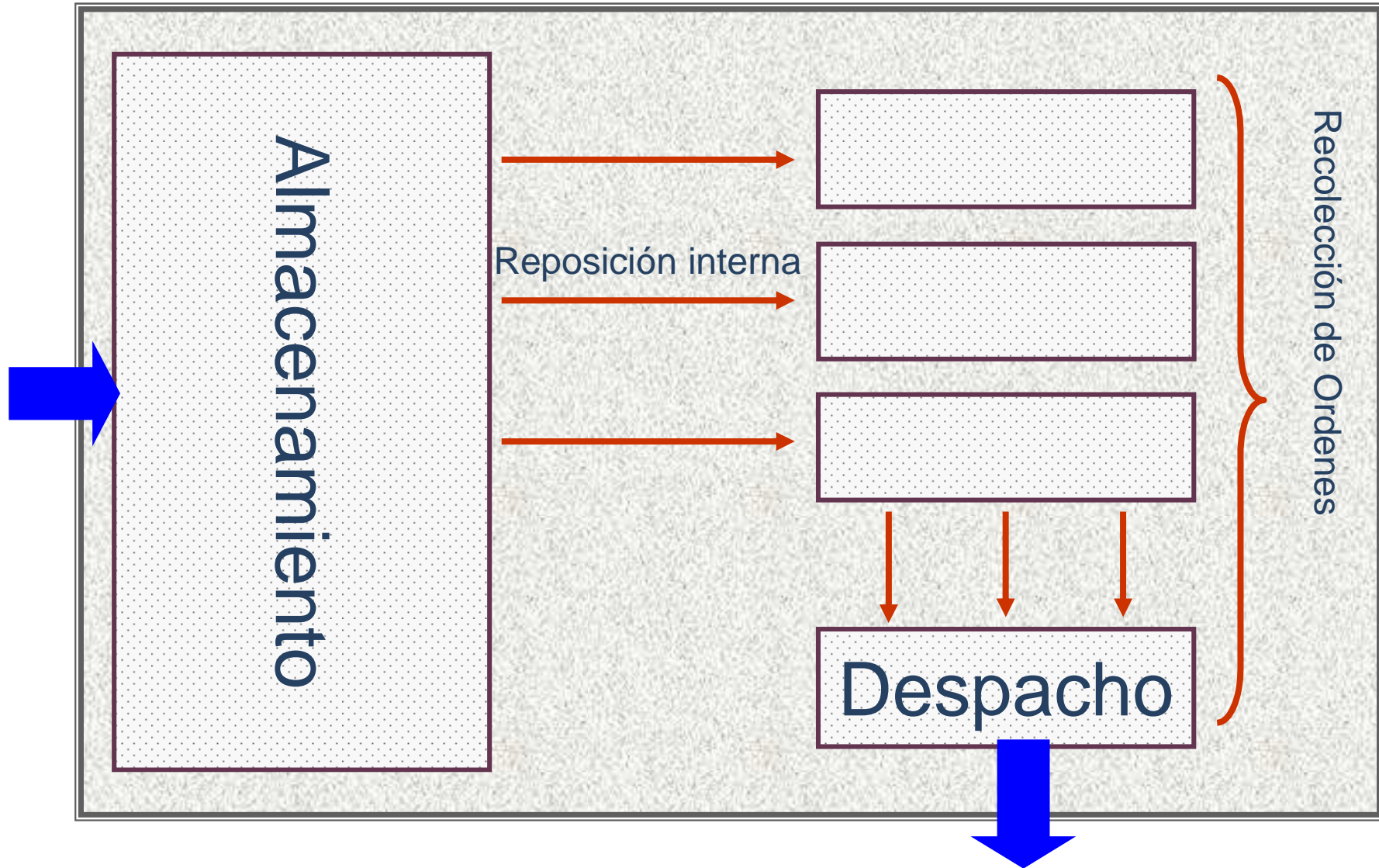
Al asignar localizaciones cercanas a dichos ítems se reduce el tiempo de recolección por orden, y, por lo tanto, el tiempo promedio total de recolección.

5. Establezca zonas separadas de almacenamiento y recolección de órdenes.

Deben establecerse dos áreas separadas para almacenamiento primario y para recolección de órdenes:

Debe determinarse el tamaño más adecuado del área de picking, La determinación del tamaño del área de picking se puede hacer asignando un tiempo igual de inventario para todos los ítems en dicha área, o asignando un igual número de unidades de cada ítem, o mediante la utilización de modelos matemáticos de optimización. Se han encontrado ahorros en costos de hasta un 40% por el uso de estos

Estrategias



6. Agrupe órdenes para reducir tiempo total de desplazamiento.

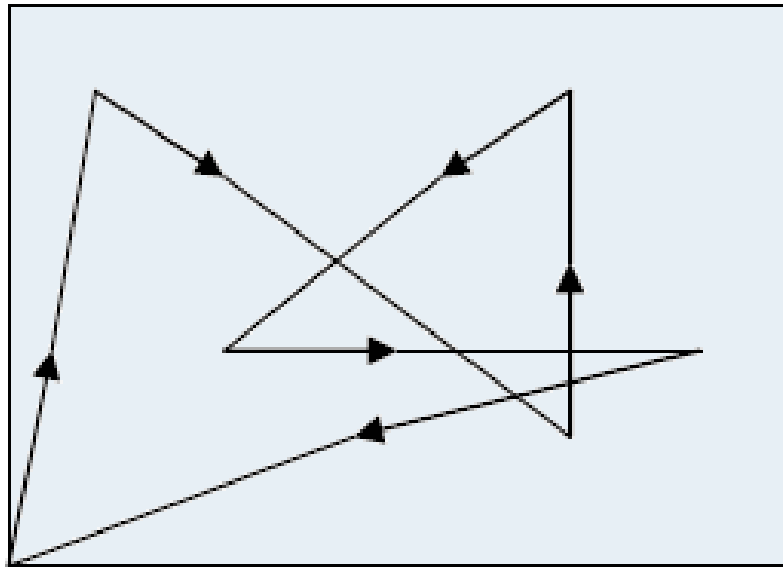
Ordenes con un solo ítem o con un número pequeño de ítems, asignar a una sola persona.

Agrupar todas las órdenes de un solo producto, recolectar la cantidad requerida y enviarla a la zona de empaque.

- Recolección por zonas”, una persona es responsable de una zona determinada y recoge los ítems de una o varias órdenes solo en su zona asignada.
- Agrupar las órdenes de tal forma que se cope la capacidad del equipo recolector en cada ciclo.

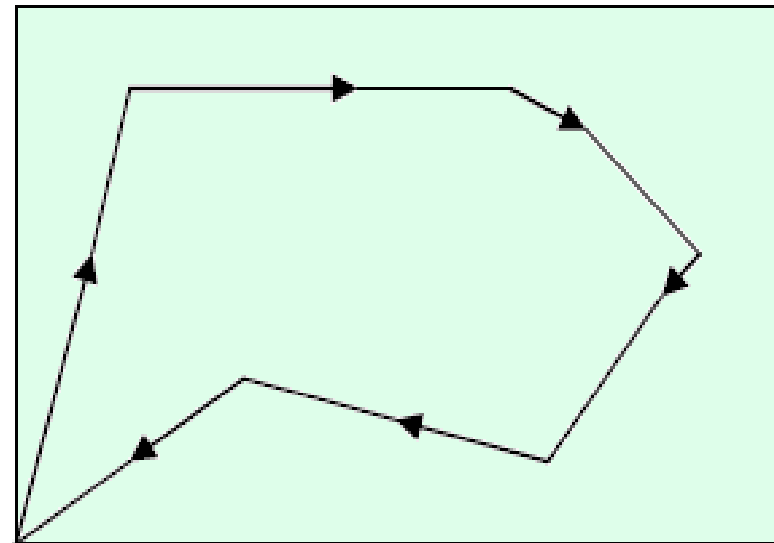
7. Secuencie las diversas localizaciones de recolección para reducir el tiempo de desplazamiento.

La secuenciación de la recolección puede tener un impacto sustancial en el tiempo total de recolección.



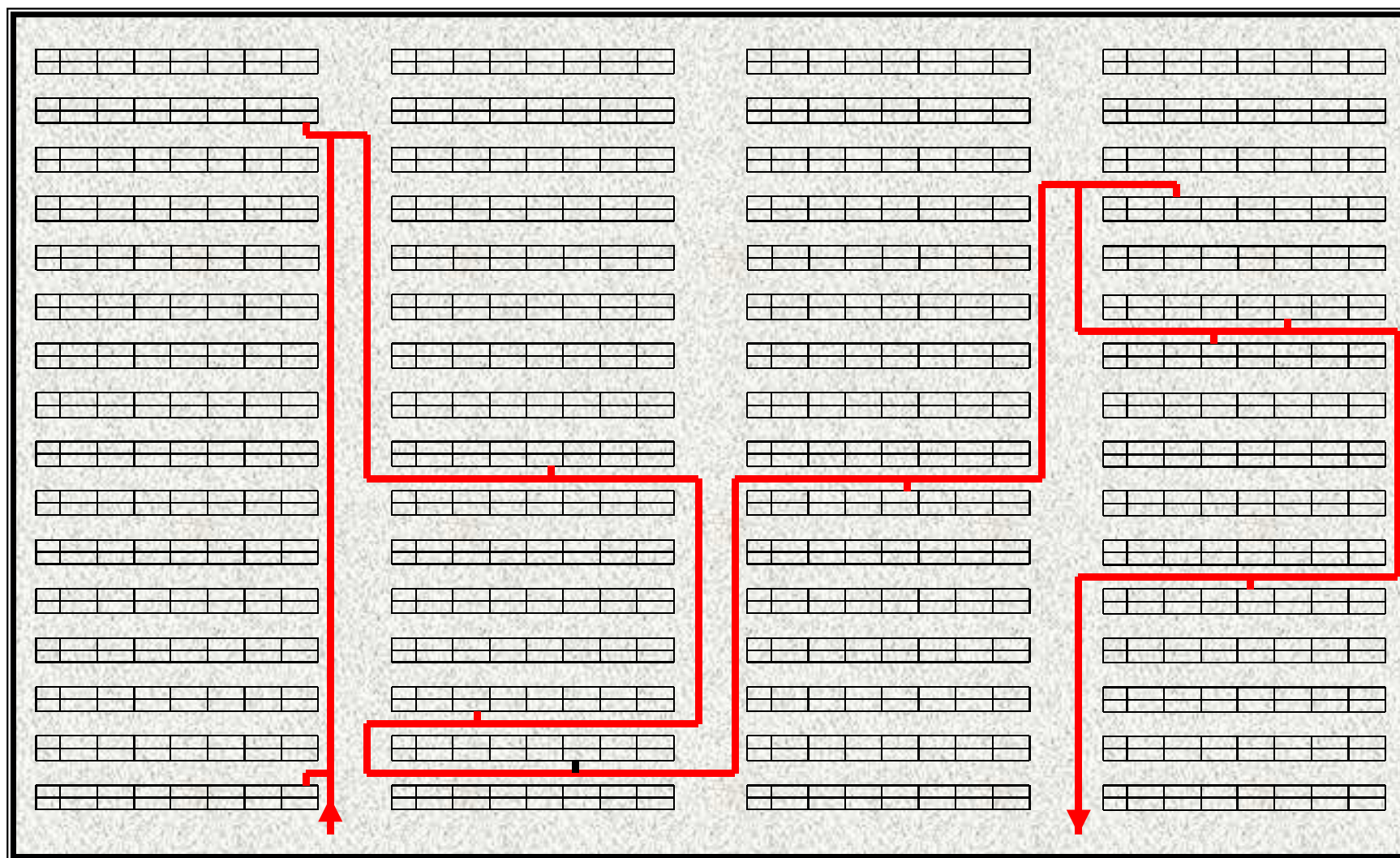
Diseño pobre

La secuenciación según orden de llegada de los clientes



Secuenciación mejorada

Reducción en el tiempo de desplazamiento, cliente espera



Secuencia y localización de visitas en un sistema Camine - Recoja

8. Organice los documentos de recolección y los identificadores de ítems para minimizar el tiempo de búsqueda y los errores.

Buenas prácticas que caen dentro de este principio son:

- Letras grandes y en negrillas
- Códigos de colores
- Avisos colocación a la altura de los ojos
- Marcación del piso
- Evitar colores semejantes ó números parecidos en localizaciones adyacentes.

9. Diseñe los vehículos de recolección para minimizar el tiempo de consolidación y mejorar la comodidad de la persona.

- El vehículo recolector debe contener cajones o secciones bien demarcadas para consolidar órdenes.
- Incluir una escalera en el vehículo para recoger piezas que estén altas.
- Vehículo con plataforma especial para poder escribir en los documentos de la transacción, tomar notas de faltantes, etc.

10. Seleccione la mejor combinación de equipo para los requerimientos de recolección.

Principales factores de selección de equipo:

- Costos fijos
- Costos variables de espacio y mano de obra
- Calificación del personal requerido
- Requerimientos totales de espacio
- Posibilidades de reconfiguración futura del sistema
- Seguridad y protección de los ítems
- Precisión de recolección
- Confiabilidad general del sistema
- Tiempo de entrega e instalación del equipo
- Seguridad

La tabla de comparación de los dos sistemas de recogida.

SISTEMAS PERSONA→ ÍTEM	SISTEMAS ÍTEMS→PERSONAS
Bajos costos Fijos	Altos Costos Fijos
Altos costos variable de labor y espacio	Bajo Costo Variable de labor y espacio
Difícil de supervisar	Fácil de supervisar
Requiere menor sistematización	Se requiere alta Sistematización
Alta Flexibilidad	Baja Flexibilidad
Bajo Mantenimiento	Alto Mantenimiento

11. En muchos sistemas es necesario utilizar combinaciones de estrategias o alternativas híbridas.

La idea es tener diferentes clases de equipos y estrategias para diferentes clases de combinaciones de ítems y órdenes.

12. Si el volumen o flujo de ítems y su alta utilización lo justifica, deben considerarse sistemas automáticos de ayuda, tales como:

- Luces indicadoras en cada localización, identifican el lugar exacto de recolección y la cantidad a recoger, y permiten información de retroalimentación, informe de faltantes y daños.
- Pantallas localizadas en cada lugar de trabajo, muestran las localizaciones a visitar, el recorrido y las cantidades a recolectar.
- Indicadores de voz electrónicos.

13. Utilice información conocida de antemano en cuanto sea posible.

Las ventajas de tener información de órdenes de antemano son obvias.

14. En sistemas integrados (por ejemplo, un C.D. que despacha a múltiples puntos de venta), trate de combinar los objetivos de ambos puntos de la cadena.

- La combinación de tiempos de picking en bodega y recepción en el punto de venta podrían minimizarse.
- El picking debería tener en cuenta el orden y la ruta de los camiones para coordinar las actividades de recolección, transporte y distribución.

Caracterización del sistema de recolección de órdenes

Cliente

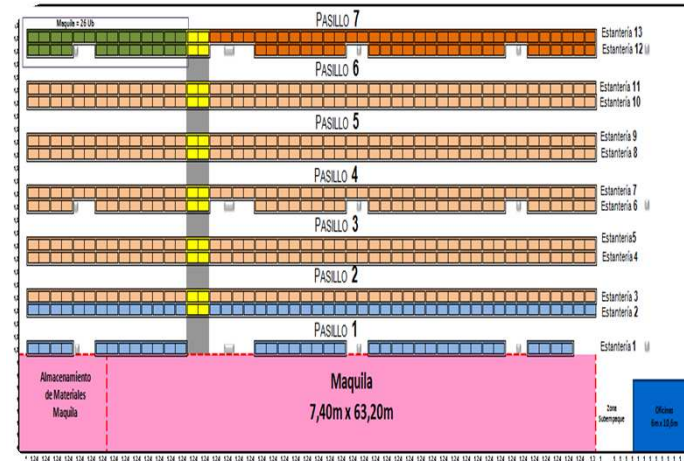
Transporte

ENTRADAS

PROCESO

SALIDAS

- Capacidad del CEDI
- Diseño del CEDI
- Método de almacenamiento
- Recursos físicos
- Recurso Mano de obra
- Recurso informático



- Pedidos recogidos
- Nivel de servicio en preparación de pedidos del 49%



Proceso

INICIO



1. Procesar pedidos
2. Separar pedidos
3. Definir prioridades
4. Distribución de muelles
5. Activación de pedidos
6. Asignar listas de recolección
7. Recolección de pedidos (Picking)
8. Ubicar mercancía en el muelle de despacho



Proceso de reabastecimiento a zona de picking.

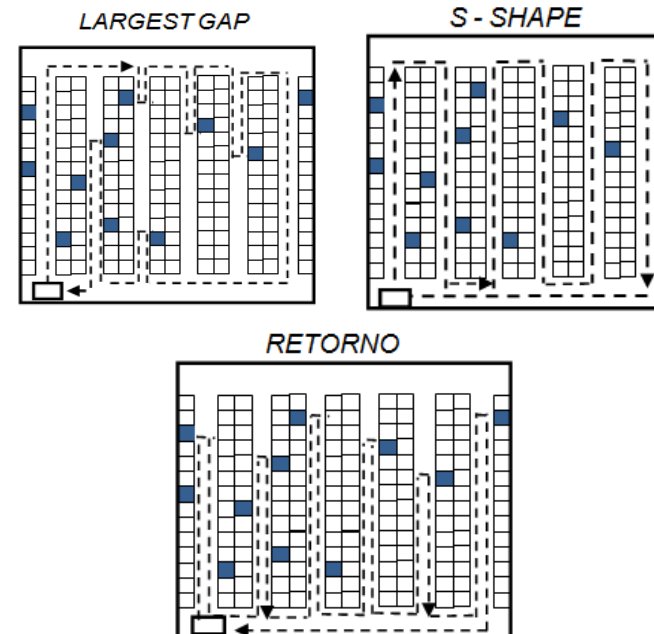
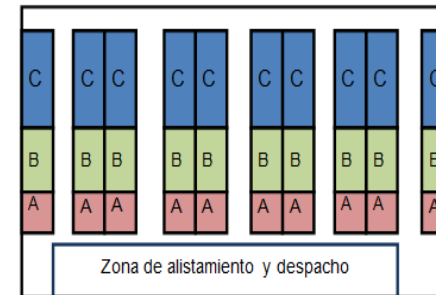
El reabastecimiento se realizará en las primeras horas de la mañana, y en las horas de corte, si el número de estibas no satisface los requerimientos del cliente.

1. Verificar inventarios físico en las posiciones picking.
2. Verificar inventario físico contra los requerimientos de cantidad de estibas por ítem.
3. Realizar reabastecimiento.
4. En la hora de corte, verificar cantidad de estibas contra los requerimientos del cliente.
5. Realizar reabastecimiento inmediato.



Técnicas para el proceso de recolección de órdenes

- Clasificación ABC.
- Zonificación.
- Consolidación de pedidos.
- Técnicas de ruteo:
 1. Heurística de Largest Gap.
 2. Heurística S-Shape.
 3. Heurística de retorno .



Proceso de recolección de órdenes


- Enumerar las posiciones de los ítems según las características del recorrido de la heurística:

✓ Heurística en *forma de S*

0			101	99	97	95	93	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73	71	69
9			36	38	40	42	44	46	48	50	52			58	60	62	64	66	68
5			35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67
5			34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
4			33	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1

Proceso de recolección de órdenes

✓ Heurística de *Retorno*

8			106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	34	33	32	31	30	29	28
7			105	104	103	102	101	100	99	98	97		22	23	24	25	26	27	
4			87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	21	20	19	18	17	16	15
3			86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	8	9	10	11	12	13	14
2			67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	7	6	5	4	3	2	1

Proceso de recolección de órdenes

✓ Cálculo del tiempo que demora el operario en realizar el proceso de picking.

Tabla de tiempos	
Actividad	Tiempo
Cajas Originales	5 s
Cajas saldos	240 s
Actividades varias	30 s
Recibir lista de picking y validar	60 s
Descargar estiba en zona alistamiento	90 s
Velocidad operario	0,9 m/s

Tabla de tiempos Ruta 1	
Tiempo de recorrido	38,11 s
Tiempo de cargue total	370 s
Actividades varias	90 s
Recibir lista de picking y validar	60 s
Descargar estiba en zona alistamiento	90 s

$$\text{Tiempo de recorrido} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{velocidad promedio operario}}$$

Tiempo de cargue total =

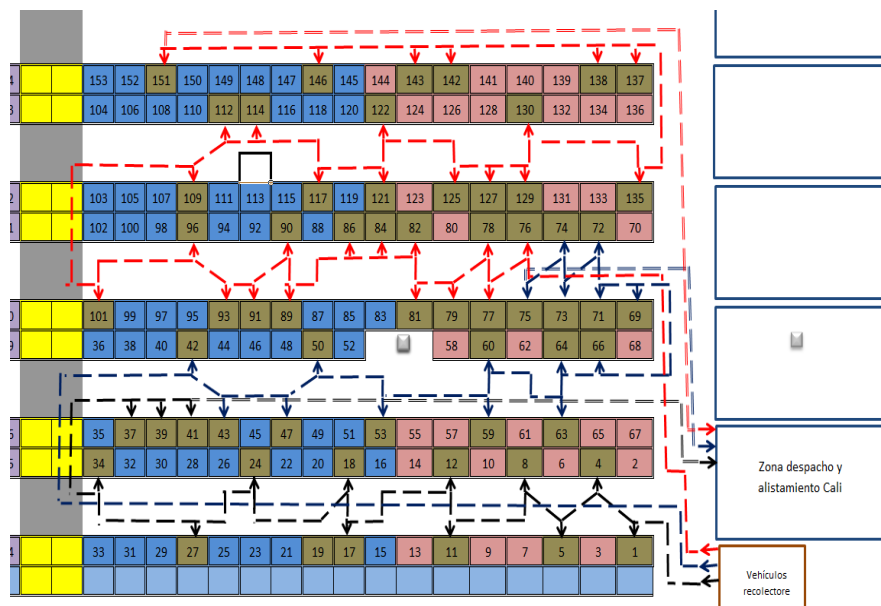
Tiempo de cargue cajas originales + Tiempo de cargue cajas saldo

Tiempo de cargue cajas originales = número de cajas originales * 5 s

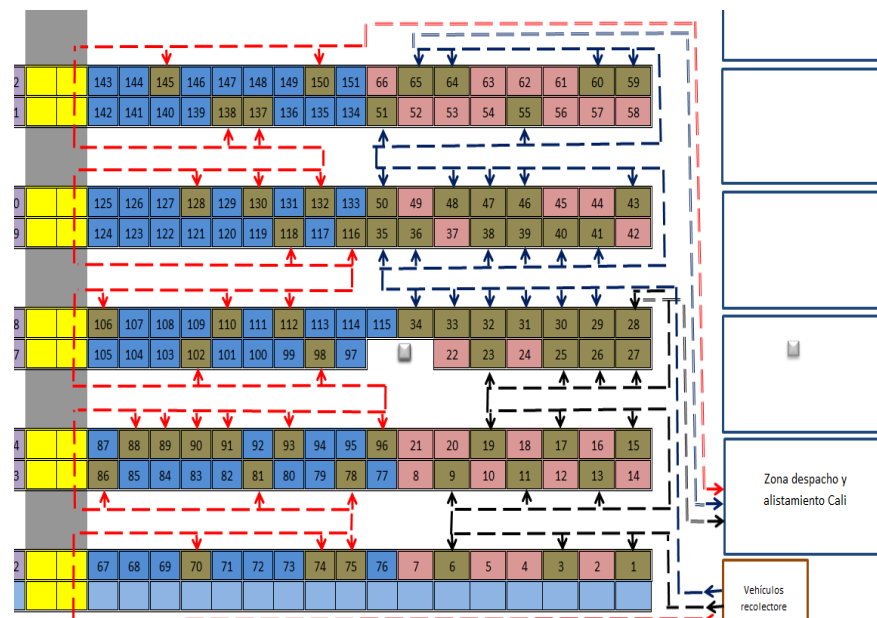
Tiempo de cargue cajas saldo = número de cajas saldo * 240 s

Proceso de recolección de órdenes

Técnica en forma de S



Técnica de Retorno

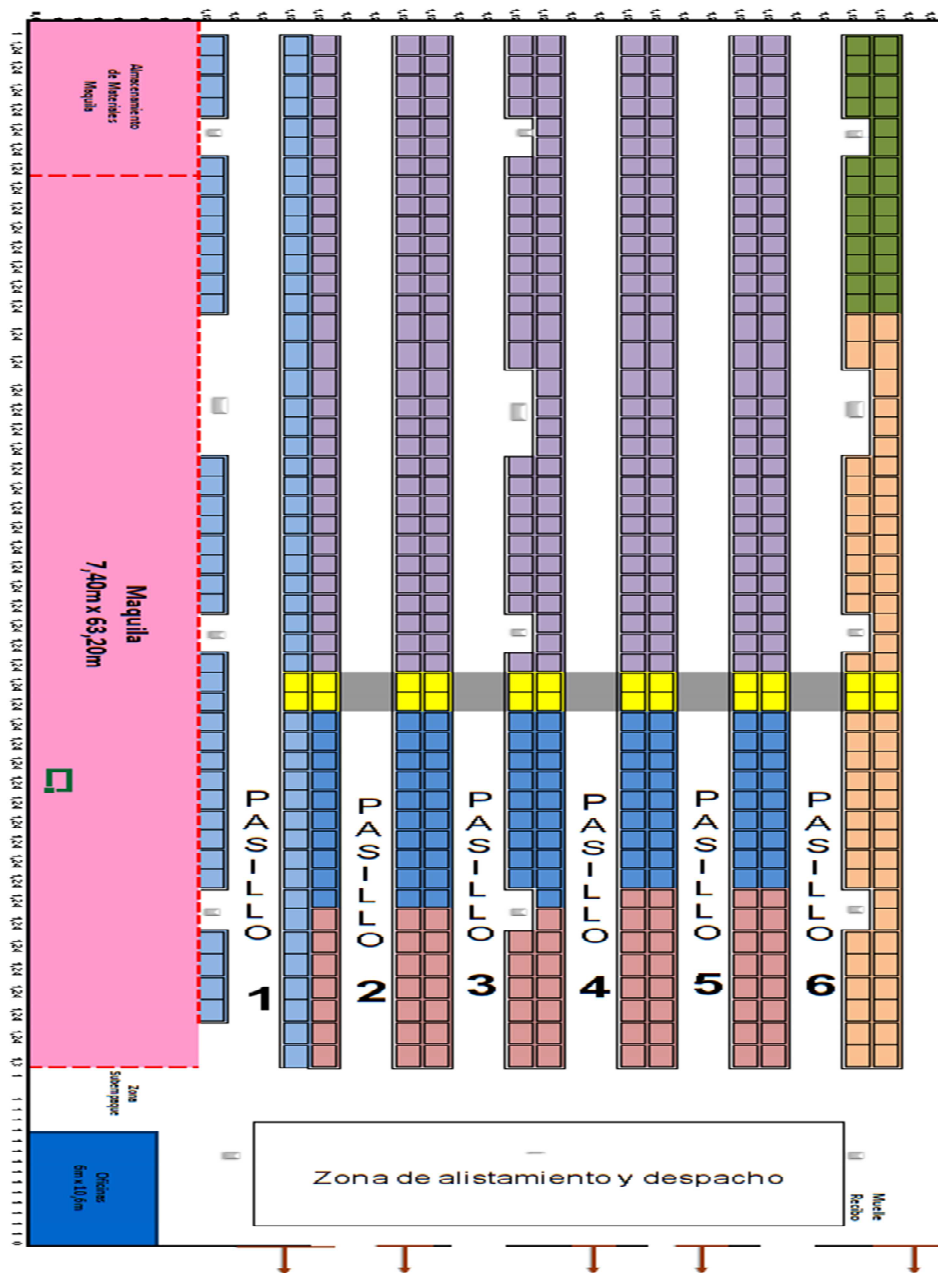


Técnica en forma de S

Técnica en forma de S					
Ciudad	Clasificación	Ruta	Tiempo		Distancia (m)
			Seg	Min	
Cali	AB	1,00	1.637,34	27,29	78,61
		2,00	1.946,24	32,44	118,87
		3,00	5.201,86	86,70	164,12
		TOTAL	8.785,44	146,42	361,60

Técnica Retorno

Ciudad	Clasificación	Ruta	Tiempo		Distancia (m)
			Seg	Min	
Cali	A	1,00	1.290,86	21,51	49,52
		2,00	3.133,40	52,22	51,66
	B	3,00	4.222,29	70,37	135,41
TOTAL			8.646,55	144,11	236,59

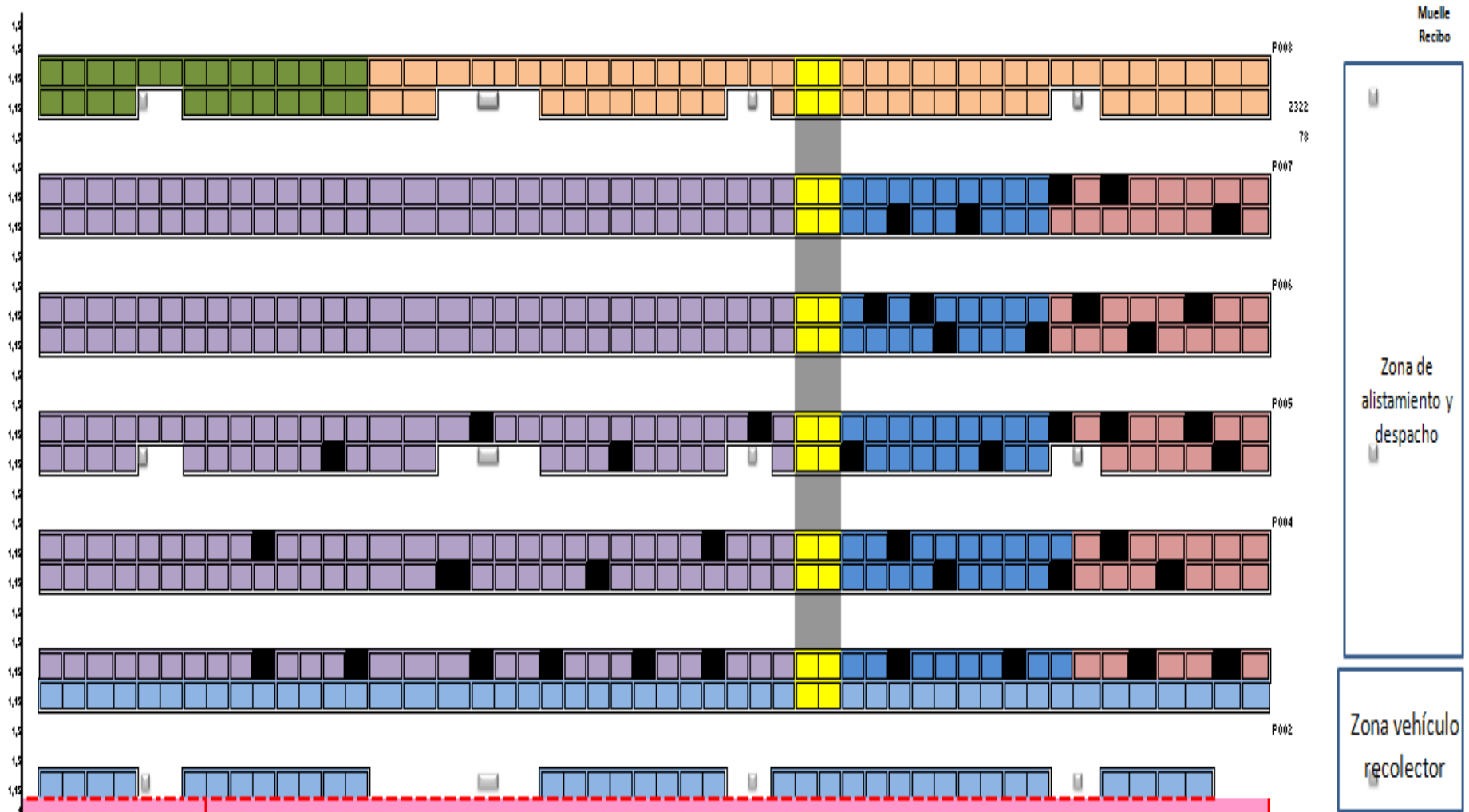


Clasificación ABC, según configuración de la bodega expuesta por Koster (2005).

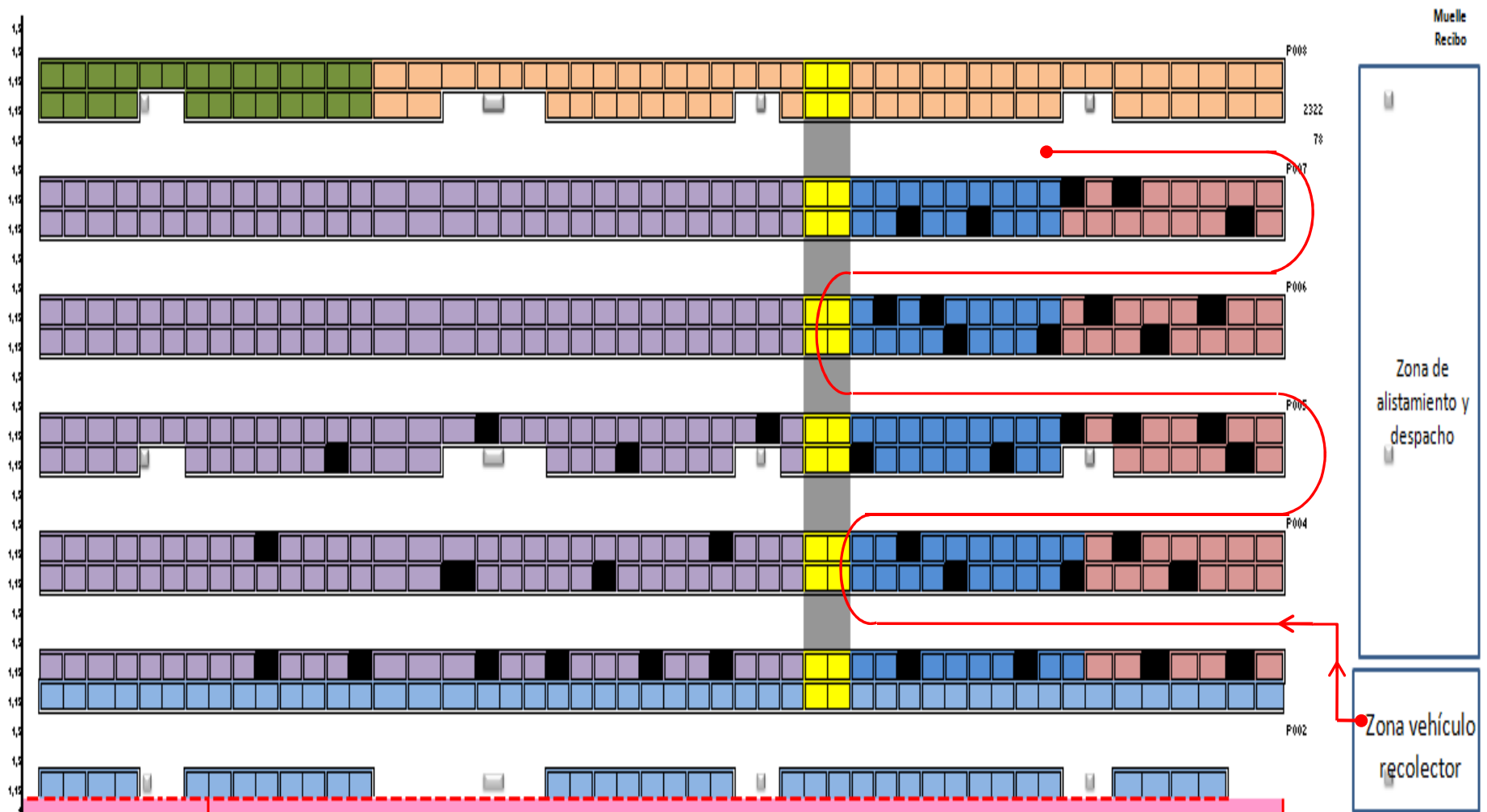
	Clasificación A
	Clasificación B
	Clasificación C
	Zona Categoría 3
	Productos de Maquila
	Saldos, devoluciones y sub empaque



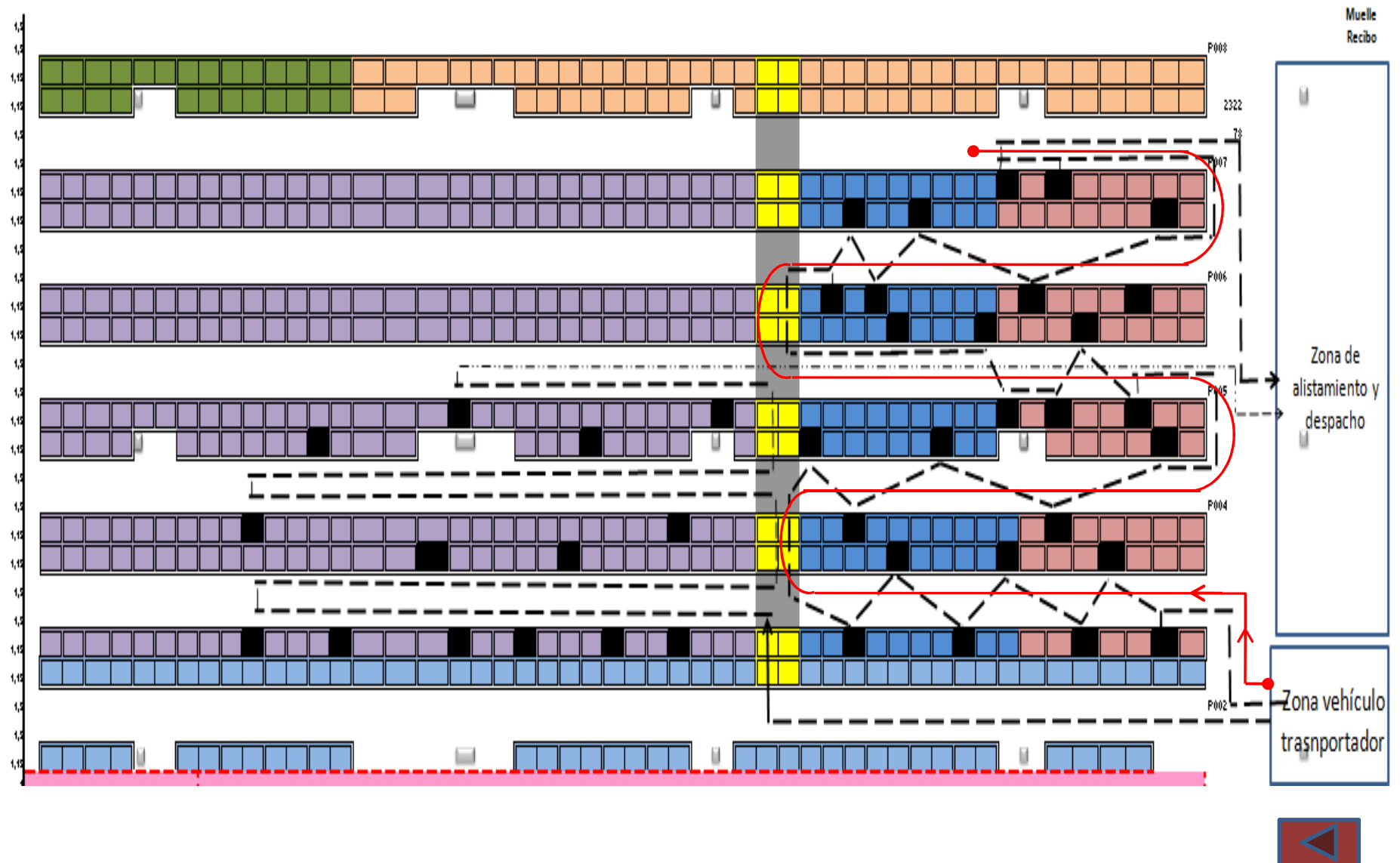
HEURISTICA S-SHAPE



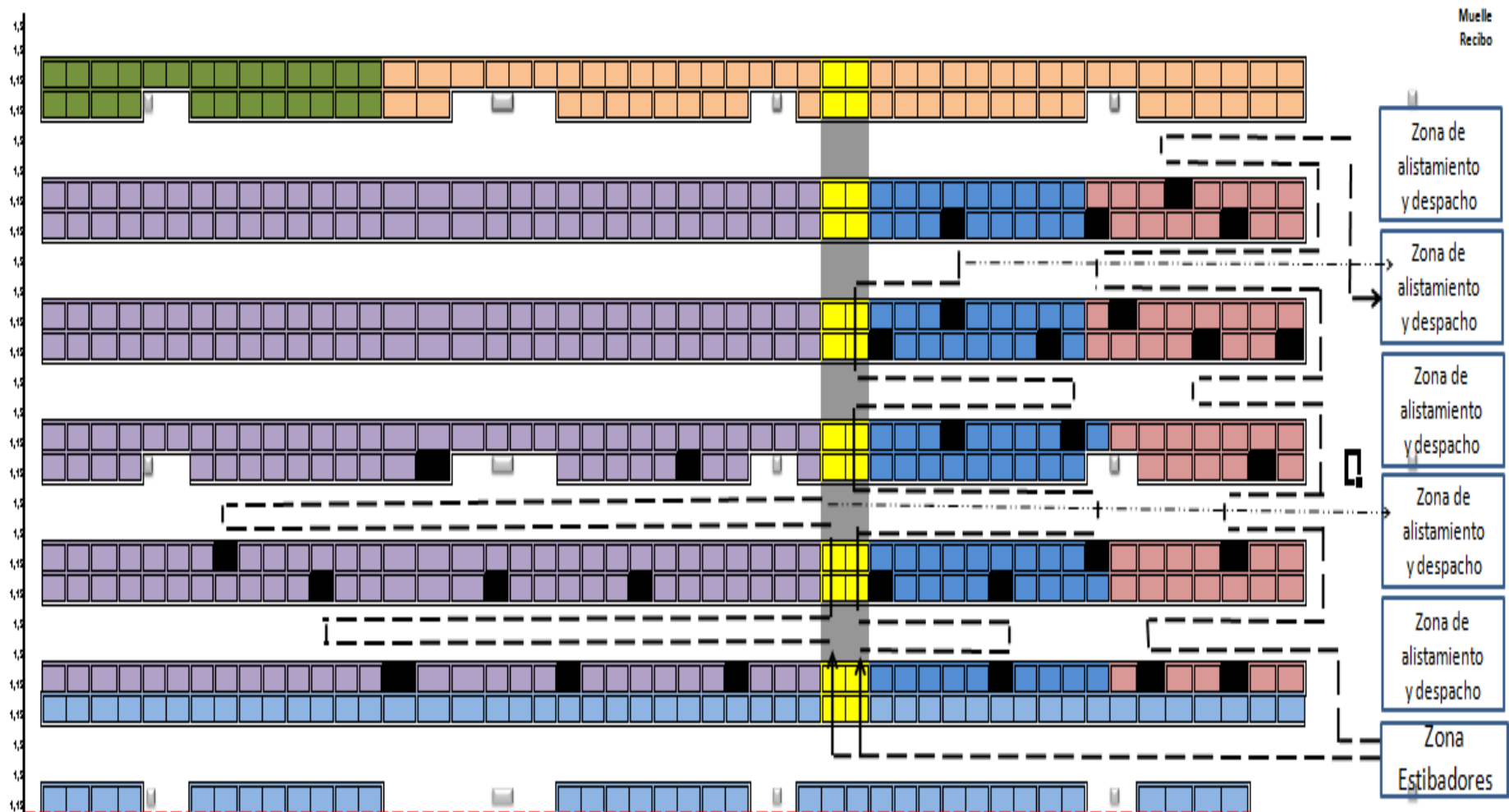
HEURISTICA S-SHAPE



HEURISTICA S-SHAPE



HEURISTICA DE RETORNO



Localización de productos dentro de un CD

Decisiones previas:

- Configuración general del edificio
- Determinación de las instalaciones de recepción y despacho
- Localización de productos peligrosos y de riesgo de pérdida
- Determinación de áreas para recolección de órdenes
- Sistema de manejo de materiales

Localización de productos dentro de un CD

Metodologías comunes se basan en:

Distribución de planta, con criterios tales como:

- Minimización de costos de manejo de materiales

(distancia, tiempo) → [“order – picking”]

- Maximización de utilización del espacio de la bodega

- Restricciones adicionales de localización de ítems, tales como seguridad, riesgo de incendio, compatibilidad de productos, complementariedad de productos y necesidades de recolección de órdenes.

Criterios de ubicación de ítems

- Complementariedad de ítems
- Compatibilidad / Incompatibilidad de ítems
- Popularidad ó volumen de ítems
- Tamaño de los ítems
- Relación volumen a número de requerimientos diarios del ítem (*Cube-per-Order Index*):

$$COI = \frac{\text{Volumen promedio requerido para el almacenamiento del producto}}{\text{Número promedio de órdenes diarias donde aparece el producto}} \text{ pies}$$

En la mayoría de los casos, este último produce:

- La distancia más corta a recorrer por orden seleccionada;
- El tiempo más bajo por viaje de recolección;
- El tiempo más bajo por línea de ítems seleccionada; y
- El espacio mínimo total requerido.

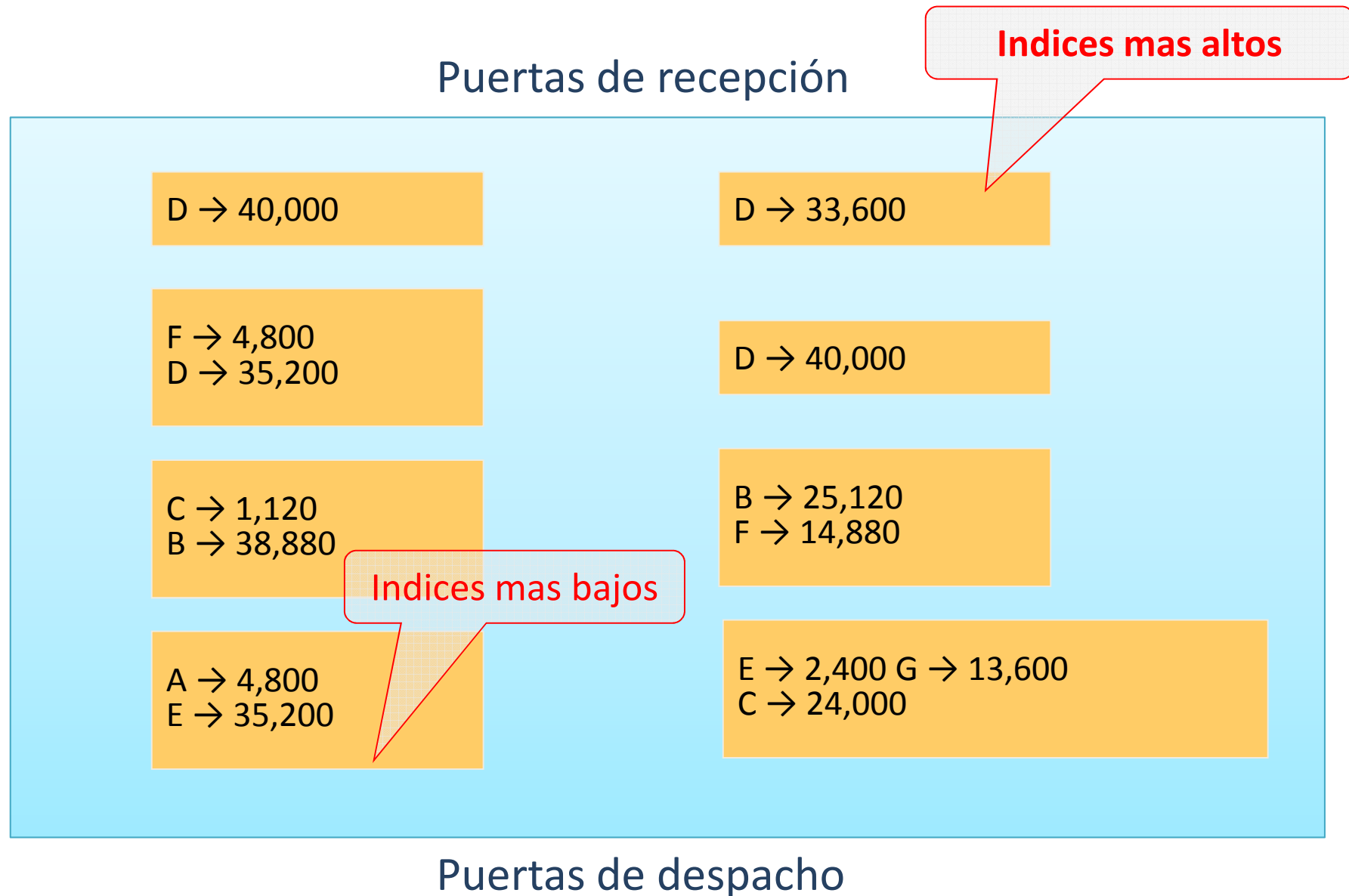
Los datos de cada producto y los cálculos respectivos son los siguientes:

PROD, (1)	VOL. DEL ITEM [PIES ³] (2)	No. ÓRD. Anuales (3)	INV. PROM. [U/año] (4)	No. Prom. ÓRD.diarias (5)=(3)/250*	ESPACIO REQ. [pies3] (6)= (2)X(4)	COI (índice) (7) = (6)/(5)	POS. REL.
A	6	6750	800	27	4800	177,78	(1)
B	4	15750	16000	63	64000	1015,9	(5)
C	1	11250	25120	45	25120	558,22	(4)
D	8	25500	18600	102	148800	1458,8	(7)
E	3	17750	12533	71	37599	529,56	(2)
F	5	3500	3936	14	19680	1405,7	(6)
G	15	6250	907	25	13605	544,2	(3)
TOTAL		86750	77896		313604		

* Se consideran 250 días hábiles / año para recolección

Criterios de ubicación de ítems (Ejemplo)

- Capacidad de cada bahía = 40,000 pies³



MODELO DE PL PARA EL PROBLEMA DE UBICACIÓN

X_{ij} = Cantidad de producto j almacenado en la bahía i

C_{ij} = Costo de manejo del producto j cuando se almacena en la estantería i .

M = Número total de estanterías de reserva y ensamble.

N = Número de ítems que se manejan en la bodega.

L = Número de estanterías en la zona de reserva.

G_j = Cantidad de producto j que se puede almacenar en una estantería.

R_j = Cantidad requerida de producto j a ser almacenado en la bodega

R_j^a = Cantidad mínima de j a ser almacenado en el área de ensamble.

s = subíndice reserva

a = subíndice de ensamble

MODELO DE PL PARA EL PROBLEMA DE UBICACIÓN

Objetivo: Minimice Costo Total de Manejo

$$z_{\min} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

1. Restricciones de capacidad de las bahías para reserva

$$\sum_{j=1}^N \frac{1}{G_j^s} X_{ij} \leq 1.0 \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, L$$

2. Restricciones de capacidad de las bahías para ensamble:

$$\sum_{j=1}^N \frac{1}{G_j^a} X_{ij} \leq 1.0 \quad \text{for } i = L+1, L+2, \dots, M$$

MODELO DE PL PARA EL PROBLEMA DE UBICACIÓN

3. Numero mínimo de unidades de cada producto para ser almacenado en la sección de ensamble:

$$\sum_{i=L+1}^M X_{ij} \geq R_j^a \quad \text{for } j = 1, 2, \dots, N$$

4. Numero de unidades que se almacenaran en la bodega
:

$$\sum_{i=1}^M X_{ij} \geq R_j \quad \text{for } j = 1, 2, \dots, N$$

5. Restricciones obvias:

$$X_{ij} \geq 0 \quad \text{for all } i, j$$

Productividad y Medición del Desempeño

Índices de Operación

Son herramientas estadísticas que son utilizadas para medir, gestionar, hacer seguimiento, planear y proyectar las operaciones del CD mediante un factor de valoración de la mercancía relativo al volumen, peso y unidades de venta (Mt³ y kilogramos (Kg) ó SKU)

Formulación:

Para determinar el Índice de Operación de una clasificación Determinada, se siguen las siguientes fórmulas:

$$\text{INDICE DE OPERACIÓN EN VOLUMEN} = \frac{\$ \text{ Valor M/cia}}{M^3 \text{ Unidad de Volumen}}$$

$$\text{INDICE DE OPERACIÓN EN PESO} = \frac{\$ \text{ Valor M/cia}}{\text{Kg Unidad de Peso}}$$

$$\text{INDICE DE OPERACIÓN EN UNIDADES} = \frac{\$ \text{ Valor M/cia}}{\text{Unidad}}$$

Productividad

Es un indicador Global del Progreso

Objetivos:

- Reducir costos
- Incrementar la productividad
- Mejorar el nivel de servicio

Productividad Real = Valor de la Producción/ Valor de los recursos empleados

Programa de Productividad

Plan de Acción



- Identificación de las áreas de ataque
- Diseñar programas de mejoras
- Implementación y Consecución de metas.

Identificación de actividades Críticas



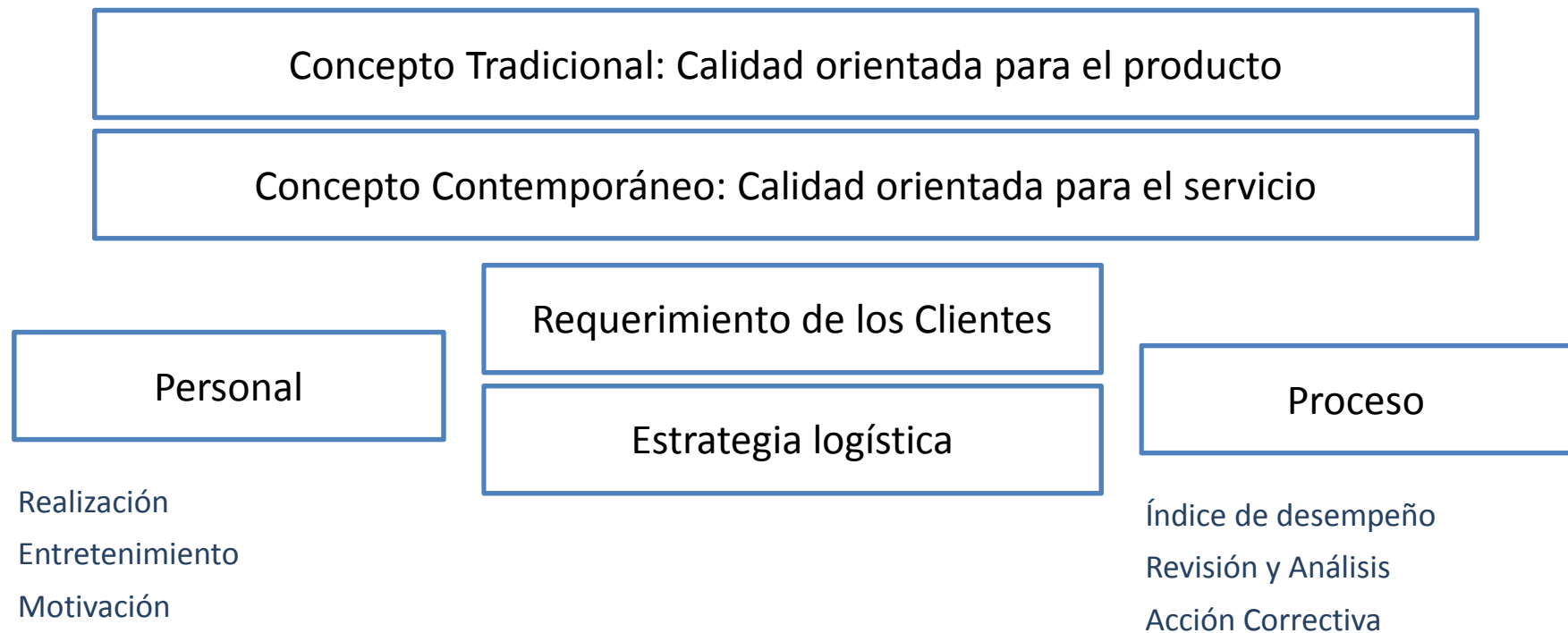
Recepción
Embalaje
Trab. Administración

Almacenamiento
Pro. Pedidos
Mantenimiento

Transporte
Marcación
Sistemas

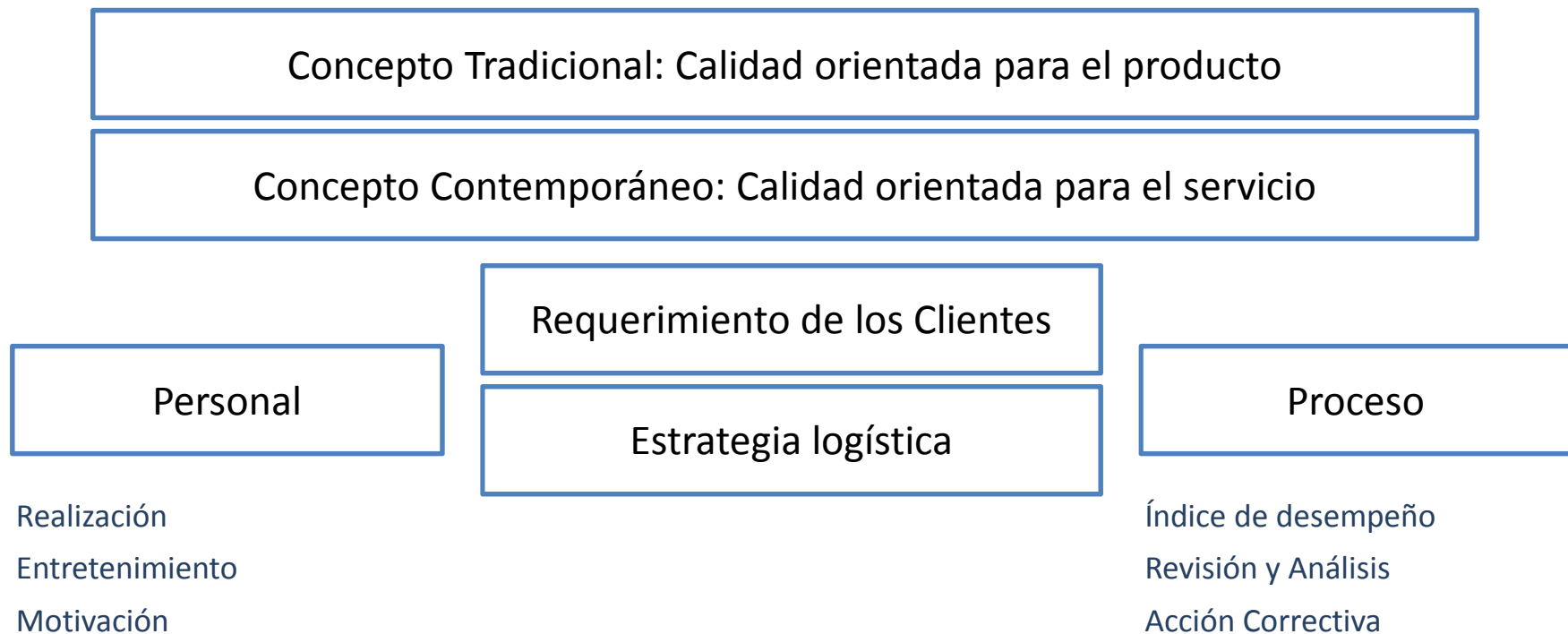
Implementación de la Calidad en los Procesos Logísticos

ISO 9000- Standard internacional para medición de la calidad



Implementación de la Calidad en los Procesos Logísticos

ISO 9000- Standard internacional para medición de la calidad



**MUCHAS GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**

PREGUNTAS Y COMENTARIOS