

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**

**ESCUELA DE GRADUADOS**

**PROYECTO DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**“MAGISTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN LOGÍSTICA”**

**TEMA:**

**“CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA DE MERCANCÍAS EN CENTROS DE  
DISTRIBUCIÓN, ENFATIZANDO TRAZABILIDAD DE LOS PROCESOS”**

**AUTORES:**

**ING. HOLGER FLORES RAMÍREZ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO 2016**

## Dedicatoria

---

*A mi madre por demostrarme que nada es imposible si realmente lo deseas. A mi hermano por apoyarme, ser mi ejemplo de superación y compañero durante mi vida. A mi familia porque en ella se fijan mis más grandes metas y especial a Dios por todas las bendiciones que he tenido.*

# Agradecimiento

---

A mí madre por su infinito amor y apoyo en los momentos más difíciles, por enseñarme que nada es difícil de alcanzar.

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, así como el Patrimonio Intelectual del mismo, corresponde exclusivamente al **FCNM (Faculta de Ciencias Naturales y Matemáticas)** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



LSI. Holger Flores Ramirez

## FIRMA DEL TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



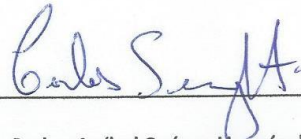
Mg. Dalton Noboa Macías

**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**



M.Sc. Carlos Martín Barreiro

**DIRECTOR DE PROYECTO**



M.Sc. Carlos Aníbal Suárez Hernández

**VOCAL DE TRIBUNAL**

# Tabla de contenido

---

CAPITULO I .....	1
1. LAYOUT DE LA BODEGA .....	1
CAPITULO II .....	3
2. ÁRBOL DE UBICACIONES .....	3
2.1 NIVELES DEL ÁRBOL.....	3
2.1.1 NIVEL 0, BODEGA.....	4
2.1.2 NIVEL 1, PISO .....	5
2.1.3 NIVEL 2, ÁREA.....	5
2.1.4 NIVEL 3, LÍNEA .....	6
2.1.5 NIVEL 3, ATRIBUTO - PASILLO.....	7
2.1.6 NIVEL 4, RACK.....	8
2.1.7 NIVEL 5, BANDEJA.....	8
2.1.8 NIVEL 6, UBICACIÓN .....	8
2.2 USOS Y PRIORIDADES DEL ÁRBOL .....	9
2.3 DIMENSIONES DEL ÁRBOL.....	10
2.4 ROTACIONES EN LOS NIVELES DEL ÁRBOL .....	11
2.5 ESTADOS DE LAS UBICACIONES.....	12
2.5.1 LIBRE.....	13
2.5.2 BLOQUEADO.....	13
2.5.3 TERMINADO .....	14
2.5.4 EN USO .....	14
2.5.5 RETENIDO .....	14
2.5.6 EN PROCESO .....	15
CAPITULO III.....	16
3. UNITARIZACIÓN .....	16
3.1 PREPARACIÓN DE LOS DATOS .....	17
3.2 SELECCIÓN DE LAS UBICACIONES.....	19
CAPITULO IV.....	23
4. DISTRIBUCIÓN DINÁMICA .....	23
4.1 SISTEMA SELECTIVO .....	24
4.2 SISTEMA DINÁMICO .....	25
4.3 SISTEMA PUSH BACK.....	25
4.4 SISTEMA DRIVE IN/THRU .....	26

4.5	SISTEMA CARTÓN FLOW (FLUJO DE CAJAS O PICKING) .....	27
4.6	SISTEMA DOBLE PROFUNDIDAD (DOUBLE DEEP Ó REACH) .....	27
4.7	ALMACENES ROTATIVOS .....	28
4.8	MEZZANINE O TAPANCO .....	29
4.9	ENTREPISO O ENTREPLANTA .....	29
4.10	SISTEMA AUTOPORTANTE O AUTOSOPORTADO .....	30
4.11	ESTANTERÍA .....	30
4.12	SISTEMA MENO RACK .....	31
4.13	SISTEMA CANTILEVER .....	31
4.14	PREPARACIÓN DE LOS DATOS .....	31
4.15	PROCESO .....	32
CAPITULO V .....		36
5.	COMPACTACIÓN DE BODEGA .....	36
5.1	PREPARACIÓN DE LOS DATOS .....	37
5.2	CAPACIDAD DE ALMACENAJE EN LA UBICACIÓN .....	38
5.3	ÍNDICE DE OCUPACIÓN Y LIBERTAD .....	39
5.4	PROCESO .....	41
5.4.1	MÉTODO 1 .....	41
5.4.2	MÉTODO 2 .....	44
5.4.3	RESULTADO .....	46
CAPITULO VI .....		47
6.	CONCLUSIONES .....	47
CAPITULO VII .....		48
7.	RECOMENDACIONES .....	48
CAPITULO VIII .....		49
8.	BIBLIOGRAFIA .....	49
CAPITULO IX .....		50
9.	ANEXOS .....	50

## Contenido de Figuras

---

GRAFICO 1.	ELEMENTOS DEL ARBOL DE UBICACIONES .....	3
GRAFICO 2.	NIVELES DEL ARBOL DE UBICACIONES .....	4
IMAGEN 1.	ALMACENAMIENTO SELECTIVO .....	7
GRAFICO 3.	ATRIBUTO PASILLO COMO ELEMENTO DE DECISIÓN EN RUTAS DE DESPACHO .....	7
IMAGEN 2	ALMACENAMIENTO SELECTIVO .....	7
GRAFICO 4.	AGRUPACIÓN DE LOS PROCESOS SEGÚN EL USO QUE TENDRAN .....	9
GRAFICO 5.	LAYOUT DE LA BODEGA PREVIO A CLASIFICACIÓN ABC .....	11

GRAFICO 6. LAYOUT DE LA BODEGA CON CLASIFICACIÓN ABC.....	12
IMAGEN 3. SUB-DIVISION DE UN NIVEL SEGÚN CADA CLASIFICACIÓN ABC .....	12
GRAFICO 7.ESTADOS QUE PUEDE TNER UNA UBICACIÓN DESPUES DE SU CREACIÓN. ....	13
IMAGEN 4 Sistema Rack Selectivo .....	24
IMAGEN 5 SISTEMA DINÁMICO .....	25
IMAGEN 6 SISTEMA PUSH BACK.....	26
IMAGEN 7 DRIVE IN/THRU.....	26
IMAGEN 8 CARTON FLOW .....	27
IMAGEN 9 DOBLE PROFUNDIDAD .....	28
IMAGEN 9 SISTEMA ROTATIVO.....	28
IMAGEN 10 SISTEMA DE ALMACEMIENTO MEZZANINE.....	29
IMAGEN 11 SISTEMA DE ALMACEMIENTO ENTRE PISOS .....	29
IMAGEN 12 SISTEMA DE ALMACEMIENTO AUTOSOPORTADO .....	30
IMAGEN 13 SISTEMA DE ALMACEMIENTO DE ESTANTERIAS .....	30
IMAGEN 14 SISTEMA DE ALMACEMIENTO MENO RACK .....	31
IMAGEN 15 SISTEMA DE ALMACEMIENTO CANTILIVER .....	31
GRAFICO 10 ORDENAR EN EXCEL .....	33
GRAFICO 11 SEPARACIÓN DE DATOS .....	33
GRAFICO 11.1 SEPARACIÓN DE DATOS .....	33
GRAFICO 12 SEPARACIÓN DE DATOS .....	34
GRAFICO 13 SEPARACIÓN DE DATOS .....	35
GRAFICO 14 PRIMER METODO PARA COMPACTACIÓN DE BODEGA .....	42
GRAFICO 15 PRIMER METODO PARA COMPACTACIÓN DE BODEGA .....	42
GRAFICO 16 SEGUNDO METODO PARA COMPACTACIÓN DE BODEGA .....	44
GRAFICO 17 SEGUNDO METODO PARA COMPACTACIÓN DE BODEGA .....	44

## Contenido de Tablas

---

Tabla 1. CLASIFICACIÓN ABC .....	1
TABLA 1.1 DISTRIBUCIÓN VERTICAL ABC.....	2
TABLA 1.2 DISTRIBUCIÓN VERTICAL ABC.....	2
TABLA 1.2.1 DISTRIBUCIÓN VERTICAL ABC.....	2
TABLA 3 RELACIÓN DE LOS PROCESOS vs AREAS DEL ARBOL.....	6
TABLA 3.1 ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES POR PROCESO .....	6
TABLA 3.2 ASIGNACIÓN DE PESOS POR AREA SEGUN EL PROCESO .....	6
TABLA 4 REALACIÓN DE HERENCIA DE LOS DATOS vs NIVELES.....	10
TABLA 5 CAMBIO DE ESTADO POR TIEMPO .....	13
TABLA 5.1 CAMBIO DE ESTADO POR TIEMPO .....	14
TABLA 5.2 CAMBIO DE ESTADO POR TIEMPO .....	14
TABLA 6 DATOS DEL PEDIDO DE COMPRAS.....	18
TABLA 6.2 DATOS VOLUMETRIA DE LA MERCADERIA CON UMU.....	18
TABLA 6.3 INFORMACIÓN DEL PRODUCTO .....	18
TABLA 6.1 INGRESO MERCADERIA = 20201, ESTADO = PENDIENTE.....	18
TABLA 6.4 INGRESO MERCADERIA = 20201, ESTADO = PENDIENTE.....	19
TABLA 7 LISTADO DE UBICACIONES LIBRES.....	20
TABLA 7.1 APROVECHAMIENTO DE ESPACIO vs MERCADERIA .....	21
TABLA 7.2 SELECCIÓN DE MEJOR RENDIMIENTO .....	21
TABLA 7.2.1 SELECCIÓN DE UBICACIÓN .....	22



TABLA 7.3 ASIGNACIÓN DE UNIDADES POR UBICACIÓN.....	22
TABLA 8 UBICACIONES SEGUN EL TIPO DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO.....	23
TABLA 8.1 TIPO DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO vs SISTEMA MANEJO DE INVENTARIO.....	24
TABLA 8.2 TIPO DE SISTEMA.....	32
TABLA 8.3 LISTA DE UBICACIONES PARA UNITARIZAR.....	32
TABLA 8.3.1 LISTA DE UBICACIONES PARA UNITARIZAR ORDENADA.....	32
TABLA 8.3.1.1 NIVELES CONTENIDOS EN EL CODIGO DE UBICACIÓN.....	34
TABLA 8.3.1.1 UBICACIONES AGRUPADAS POR AREA Y LADO.....	35
TABLA 8.3.1.1 UBICACIONES AGRUPADAS POR LÍNEA, RACK Y BANDEJA.....	35
TABLA 8.3.1.1 TABLA ORDENADA PARA EL RECORRIDO.....	35
TABLA 9 NIVELES DEL ARBOL.....	37
TABLA 9.1 CONTENIDO POR UBICACIÓN CON PORCENTAJE DE LIBERTAD MAYOR 1.2 %.....	38
TABLA 9.2 CALCULO DE CAJAS Y UNIDADES POR UBICACIÓN.....	39
TABLA 9.4 OPCIONES DE CAPACIDAD DE VOLUMEN POR UBICACIÓN.....	39
TABLA 9.1.2 CAPACIDAD DE UNIDADES POR UBICACIÓN.....	40
TABLA 9.1.1 INDICE DE LIBERTAD Y OCUPACIÓN POR UBICACIÓN EN PORCENTAJE.....	41
TABLA 9.1.2 INDICE DE LIBERTAD Y OCUPACIÓN POR UBICACIÓN EN UNIDADES.....	43
TABLA 9.1.4 BUSQUEDA DE UBICACIONES A COMPACTAR.....	43
TABLA 9.1.4 UBICACIONES COMPACTADAS.....	43
TABLA 11.1.3 BUSQUEDA DE UBICACIONES A COMPACTAR.....	45
TABLA 11.1.3 UBICACIONES COMPACTADAS.....	45
GRAFICO 18 GENERACIÓN DEL VECTOR “M”.....	46

## **OBJETIVOS GENERALES**

El siguiente documento está diseñado para establecer controles operacionales en el abastecimiento, almacenamiento y despacho de mercaderías en bodegas de alto flujo de actividades, ya sea de empresas dedicadas al consumo masivo, comercializadoras o distribuidoras que tengan un gran flujo de mercaderías y un considerable volumen de SKUs, estas empresas son las indicadas para obtener los beneficios de este documento.

Se presentará un modelo de administración de bodegas en el cuál se puede segmentar en diferentes niveles. Se han creado varios métodos que permiten una comunicación para controlar el flujo de información para ingresos y egresos de mercancías y mediante indicadores de gestión que determinan el rendimiento de las actividades desempeñadas en cada nivel.

Se ha escogido el modelo informático de árboles para crear las ubicaciones dentro de la bodega, donde varias bodegas pueden ser la representación de un bosque, estas bodegas pueden trabajar de forma independiente y al mismo tiempo permitir la interacción entre ellas.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este documento explica un método que está orientado a obtener un mejor rendimiento de espacios o ubicaciones en bodegas mediante tres procesos;

- Unitarización
- Compactación
- Distribución Dinámica.

Al desarrollar un modelo de “Árbol de Ubicación es” cada ubicación se comunica mediante estos tres procesos para establecer: qué cantidad?, el tipo de producto y en qué ubicación de la bodega la mercadería debe almacenar?

Se ha creado un método para extraer la mercadería y otro método que busca mejorar la eficiencia del almacenamiento al combinar las diferentes ubicaciones de la bodega, el resultado de este cálculo es, un mejor aprovechamiento de las ubicaciones o espacios libres en la bodega.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente uno de los problemas principales en compañías comercializadoras es poder localizar físicamente los diferentes ítems almacenados en sus bodegas, lo cual no mejora sus controles de inventario y les genera retrasos en sus operaciones diarias, sobre todo en la preparación de envíos de mercadería así como los ingresos de mercadería.

Existe una cadena compleja de procesos en reversa, que se generan cuando se ha programado el despacho de una mercadería que no existe físicamente en la bodega, es decir una diferencia de inventario, fácilmente esto podría detener procesos de producción o represar los despachos de mercadería posteriores debido a los controles que deben ejecutarse para resolver el problema presentado por la diferencia de inventario

Toda bodega realiza procesos de picking o cross-docking ya sea la vez o combinados, en el caso que sean procesos separados estos pueden estar ejecutándose de forma constante, en ambos procesos se presenta el problema de establecer cuál es la ruta más corta para realizar la recolección de la mercadería, en cualquier de los dos procesos se opta por minimizar tiempo de recolección y así poder incrementar el rendimiento de las operaciones.

En este documento se da una solución a estos dos puntos, también se encontrarán métodos que ayudan al administrador de la bodega a decidir qué tipo de producto se debe almacenar en cada ubicación según las características. Se han incluido métodos de ordenamiento según el tipo de estantería utilizada para almacenar la mercadería y un método adicional que ayuda a mejorar el ordenamiento de la bodega y el volumen de almacenamiento de la misma. También se incluye un método que ayuda a controlar la existencia mediante su periodo de caducidad para de esta manera evitar pérdidas en productos perecibles o de vida limitada.

# CAPITULO I

## 1. LAYOUT DE LA BODEGA

El desarrollo de este documento se basa mucho en el layout de la bodega y su la distribución, la optimización de los espacios para el almacenamiento.

Previamente debemos establecer o visualizar las siguientes inquietudes;

- ❖ Cuál será la distribución de los elemento de almacenamiento;
  - Las líneas de rack, es decir la cantidad de líneas o pasillos de la bodega.
  - El número de racks que habrá por línea (alto).
  - La cantidad de bandejas que hay por rack (ancho, profundidad).
  - El número de ubicaciones que habrá por ubicación (alto, ancho y profundidad).
  - El volumen de almacenamiento de las ubicaciones.
  - El peso que podrá aguantar cada ubicación.
- ❖ Cuál será la clasificación ABC de la bodega, es decir qué líneas o rack tendrán los productos de mayor rotación a nivel de despachos. La idea es poner a estos productos lo más cercano a la salidas o puerta despacho, aquí es muy necesario indicar que la clasificación ABC será una medición desde el 0% al 100%, y los rangos posibles pueden ser A = 70, B = 20 y C = 10;

CLASIFICACIÓN	INICIO	FIN
C	0%	8%
B	8%	30%
A	30%	100%

Tabla 1. CLASIFICACIÓN ABC

Basándonos en las ventas podemos obtener indicadores de gestión de la bodega como;

- Cuál es el porcentaje o participación por producto, según los despachados en unidades que se hayan hecho en un periodo, es decir porcentualmente cual es la participación de los productos que se han despachado desde la bodega pero calculado en unidades (ver tabla 2.1 del anexo).
- Cuál es el porcentaje o participación por producto, según las veces que se han facturado en un periodo, en este caso lo que queremos es saber cuántas veces un producto se ha despacho/facturado en el mes (ver tabla 2.2 del anexo).

El indicador que interesa analizar es el segundo, este nos señala el número de veces que el producto fue solicitado en la facturación con relación al rango de la clasificación (tabla 1.3). Sin embargo el primero nos indica el volumen de operaciones que se generan por venta y la combinación de ambos nos da el índice de operaciones del

producto en función de las ventas. Cuál será la distribución interna de los productos dentro de la clasificación ABC, necesitamos incorporar un criterio de juicio adicional que nos permitiría hacer una sub-clasificación este será combinando con las bandejas o niveles que tienen los racks, es decir, si en la clasificación C el rack tiene 5 niveles incluido el piso, lo lógico será que el primer nivel contenga o se coloquen los productos que estén dentro del rango de 0% al 10%, los que se solicitan con mayor frecuencia y así sucesivamente hasta que en el último nivel se pongan aquellos que tengan la menor demanda. Una distribución de las cantidades por cada nivel sería dividir el rango asignado a la clasificación y dividirla para los niveles.

CLASIFICACIÓN	RANGO	NIVELES	DISTRIBUCIÓN
C	10%	4	2.5%
B	22%	5	4.4%
A	78%	5	15.6%

TABLA 1.1 DISTRIBUCIÓN VERTICAL ABC

- ❖ Esta sub-clasificación debe ser aplicada todos los niveles de las estanterías o rack. Puede darse el caso que el usuario necesite dar diferentes pesos a cada nivel, entonces debemos incorporar esta flexibilidad, en nuestro estudio este escenario no se tomará en cuenta debido a que no es necesario, sin embargo pondremos la tabla para demostrar cómo debería quedar la distribución de los datos (ver tabla 1.2.1).

CLASIFICACIÓN	RANGO	NIVELES	DISTRIBUCIÓN
C	10%	4	independiente
B	22%	5	4%
A	78%	5	16%

TABLA 1.2 DISTRIBUCIÓN VERTICAL ABC

NIVELES	DISTRIBUCIÓN	ACUMULADO
1	3%	3%
2	3%	6%
3	2%	8%
4	2%	10%

TABLA 1.2.1 DISTRIBUCIÓN VERTICAL ABC

- ❖ Por último, es necesario indicar que solo se debe definir máximo tres tipos de ubicaciones para controlar las operaciones de entrada y salida (picking, almacenaje y nidos), los tipos de ubicaciones son definidos según las capacidades de los racks en función del; tipo de mercadería, la cantidad de unidades que se puede almacenar la ubicación y el volumen de mercadería que puede almacenar la ubicación, estas variables son muy influyentes al momento de necesitar flexibilidad.

## CAPITULO II

### 2. ÁRBOL DE UBICACIONES

Un árbol de ubicaciones es una estructura que nos permite crear en cada nivel o secciones de la bodega sus respectivas ubicaciones, las necesarias para gestionar las operaciones de entrada o salida de mercadería, éstas deben ser creadas de forma ordenada según las secciones o niveles de la bodega, se debe complementar la gestión de estas ubicaciones con procesos que controlen el flujo de entrada y salida de mercadería, es decir la mercadería que entra y sale (ingreso y egresos), se han agregado otros procesos que nos ayudan a organizar, re-organizar la bodega y gestionar las actividades de cada nivel.

Por ahora la estructura de los datos necesarios para que el árbol de ubicaciones pueda ser configurado se define en el gráfico.



GRAFICO 1. ELEMENTOS DEL ARBOL DE UBICACIONES

De esta manera el árbol nos ayuda a codificar todas las ubicaciones posibles dentro de la bodega haciendo uso de los niveles y de los procesos que controlan las operaciones internas, al final nuestro código de ubicación es una combinación de los niveles en un solo string de caracteres, que se representa mediante esta fórmula;

**'EMPRESA' + 'BODEGA' + 'PISO' + 'AREA' + 'LÍNEA' + 'RACK' + 'BANDEJA + UBICACIÓN'**

#### 2.1 NIVELES DEL ÁRBOL

El árbol de ubicaciones tiene una plantilla de configuración inicial, en ella se definen todo lo necesario que debe tener el árbol de la empresa o bodega. En otras palabras su esqueleto

inicial es inicializado con todos los niveles, algunas empresas/bodegas será necesario usar todos los niveles, lo cual no es muy común que se dé, por lo tanto:

- El máximo de niveles que puede tener un árbol es 7, cada nivel realiza una función distinta de control dentro del árbol.
- De la plantilla o esqueleto se debe elegir cuáles son los niveles que necesitará la bodega, éstos son elegidos y cargados al árbol de ubicaciones para su estructura inicial, es aquí donde se forma el árbol de ubicaciones con el cual va a trabajar la bodega/empresa.

El árbol de ubicaciones en términos informáticos es una estructura recursiva, es decir que se llama así misma y organiza los niveles del árbol para mejor manejo de las ubicaciones, el nivel principal o raíz, debe enlazar con la información del ERP (sistema comercial) y definir correctamente los datos únicos de la compañía.

Hay que tener claro que todos los niveles dentro del árbol forman un conjunto y existe como si fuese un esqueleto, ahora cuando se desea instanciar o crear el árbol que va servir para trabajo de la empresa el conjunto de niveles elegidos conforma el árbol principal, entonces la relación entre ellos puede ser inyectivas, biyectivas o sobreyectivas. Esto dependerá de la relación que se forme entre la plantilla o esqueleto y los niveles que necesita la bodega



GRAFICO 2. NIVELES DEL ARBOL DE UBICACIONES

### 2.1.1 NIVEL 0, BODEGA

Este nivel sirve para identificar la información de la bodega, la información se creará o indexará desde el ERP o sistema transaccional. Físicamente debe existir la bodega que es donde se quiere crear un sistema de ubicaciones. La función de este nivel es de;

- Listar las bodegas que tiene la empresa, o que va a tener.
- Ej. Coronel, Caraguay, Rosita, Bolco, Kitton, Ferremundo, etc.
- Nemónico depende de la bodega ej. 'Caraguay' = puede ser "C", es decir tamaño de un solo carácter, no es recomendable usar muchos caracteres, también se puede en lugar del nemónico el código de la bodega.
- Número interno de creación en el sistema.



Aquí se puede optar por el caso de, si son más de 10 bodegas usar un string de tamaño 2, de tal manera que nos dejaría crear bodegas desde el 01... 99. Pero para nuestro caso usaremos máximo 3 bodegas por lo cual manejaremos letras o nemónicos de un solo char.

### 2.1.2 NIVEL 1, PISO

Este nivel es para controlar los pisos que puede contener un almacén o bodega, no es muy común encontrar bodegas de este tipo pero si el sitio o bodega físicamente tiene pisos entonces hay que incluir este nivel dentro de la matriz principal.

- Suele suceder el caso, que las bodegas están dentro de edificios o que contengan pisos internos o entrepisos para almacenamiento de mercadería.
- Nemónico es un char de 1 solo si los pisos del edificio son menor e igual a 9 piso, de lo contrario se usará un string de 2, ej. si la bodega Caraguay tiene 3 pisos éstos se enumeraran como '1, 2, 3" y el primer piso será = 1, entonces nuestro código será C.1.
- Número interno de creación en el sistema.
- Código del nivel padre en el sistema.

### 2.1.3 NIVEL 2, ÁREA

Este nivel sirve para definir las diferentes áreas o secciones internas en los pisos, en el caso que existan pisos las áreas serian parte del piso, se debe establecer la relación entre las áreas así como los tipos de movimientos de la bodega. Algunos de estos son;

- El USO y se especifica cuáles van a ser el tipo de TRANSACCIONES que puede manejar (ver capítulo de USOS y PRIORIDADES del ARBOL)
- Las áreas que se deben crear siempre son;
  - ❖ Despacho (DESP)
  - ❖ Exhibición (EXHI)
  - ❖ Almacenamiento (ALMC)
  - ❖ Cuarentena (40NT)
  - ❖ Revisión / recepción (RCPN)
  - ❖ Mal estado (MSTD)
- Nemónico depende de cómo se llame el área, este tendrá el tamaño de 1, ej. "PICKING" = P, .., C.01.P
- Porcentajes de asignación de las unidades que puede recibir, esto es una correspondencia de los cálculos de máximos y mínimos, para que la bodega no quede desabastecida y por ende las áreas.
- Número interno de creación en el sistema.
- Código del nivel padre en el sistema.

Cuándo nos referimos al **USO**, hay que especificar "los procesos van a ser atendidos por el **ÁREA**", por ej. En el siguiente cuadro se indica una relación entre áreas y procesos, con 'x' indicamos que el área puede atender el proceso.

USO	MAGISTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN LOGÍSTICA					
	DESPACHO	ALMACENAJE	EXHIBICIÓN	REVISION	MAL ESTADO	40ENA
VENTA	X	X	X	0	0	0
PRODUCCIÓN	0	X	0	0	0	0
CONSUMO	X	x	X	X	0	0
INGRESO MERCADERIA	X	X	X	0	0	0
TRANSFERENCIA BODEGA	0	X	0	0	0	0
TRANSFERENCIA VENTAS	X	X	0	0	0	0
REQUERIMIENTO COMPRAS	0	X	0	0	0	0

TABLA 3 RELACIÓN DE LOS PROCESOS vs AREAS DEL ARBOL

Una vez que se ha definido que procesos va atender el **ÁREA**, es aconsejable indicar en qué orden se van a ejecutar, a esto lo llamamos **PRIORIDAD** más adelante las explicamos con mejor detalle, sin embargo procederemos hacer una explicación preliminar.

INGRESO MERCADERIA	UTILIZAR	PRIORIDAD	TIPO EMPAQUE	MEDIO
DESPACHO	1	2	TODOS	EMPAQUE
EXHIBICIÓN	1	3	TODOS	EMPAQUE
ALMACENAJE	1	1	MASTER	UMU
40TENA	0	0	NO DEF	NO DEF
MAL ESTADO	0	0	NO DEF	NO DEF
MATERIA PRIMA	0	0	NO DEF	NO DEF
REVISION	0	0	NO DEF	NO DEF

TABLA 3.1 ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES POR PROCESO

Adicionalmente, esta configuración nos indica qué tipo de empaques serán almacenados dentro del área y el medio en el cual se almacenará y transportará. El usuario debe establecer qué tipo de empaque manejará en cada área o simplemente el tipo de SKU. *Las áreas que no están activadas para la UTILIZACIÓN, el sistema no permitirá definir ningún tipo de empaque lo cual sería un problema porque esa información se requiere, por otro lado si el área es desactivada con información que ha sido definida anteriormente esta no debe ser considerada en ningún proceso.* Se deben establecer los porcentajes de asignación o absorción de las áreas, en los procesos que son de INGRESO DE MERCADERIA, se necesita indicar qué parte del ingreso le toca a cada área que está definida para ese tipo de PROCESO.

INGRESO DE MERCADERIA	CANTIDAD	TIPO
DESPACHO	30	%
EXHIBICIÓN	1	INT
ALMACENAMIENTO	70	%
40TENA	0	NO DEF
MAL ESTADO	0	NO DEF
MATERIA PRIMA	0	NO DEF
REVISION	0	NO DEF

TABLA 3.2 ASIGNACIÓN DE PESOS POR AREA SEGUN EL PROCESO

### 2.1.4 NIVEL 3, LÍNEA

Cuando nos referimos a líneas, lo que estamos identificando son las líneas o filas de los racks, es decir un conjunto de racks que están conectados entre sí conforman una línea, con lo cual podemos;

- Identificar todas de las filas de racks que hay dentro de la bodega
- Nemónico depende del número de líneas que hay en el área, le hemos asignado un string de 2 caracteres que vayan del “01 – 99”, por lo tanto nuestra primera línea será igual a = 01..., C.01.P.01.
- Número interno de creación en el sistema.
- Código del nivel padre en el sistema.

La siguiente imagen nos proporciona una idea clara lo que se puede considerar como una línea de rack. Cada vez que una línea es creada esta debe ser relacionado con un pasillo dentro del ÁREA al que pertenece, en el proceso de distribución dinámica explicaremos la función del pasillo.



IMAGEN 1. ALMACENAMIENTO SELECTIVO

### 2.1.5 NIVEL 3, ATRIBUTO - PASILLO

Un pasillo puede ser considerado como una estructura con la cual se ordena la información contenida en el árbol, por lo tanto es necesario declarar el número de pasillo que tiene el layout de la bodega por áreas, cada pasillo debe tener un lado derecho y un izquierdo, de esta forma cuando se define o declara una nueva línea de rack debemos indicar a qué lado del pasillo está conectado.

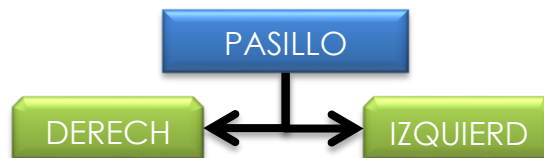


GRAFICO 3. ATRIBUTO PASILLO COMO ELEMENTO DE DECISIÓN EN RUTAS DE DESPACHO



IMAGEN 2 ALMACENAMIENTO SELECTIVO

### **2.1.6 NIVEL 4, RACK**

Este nivel nos ayuda a identificar las perchas o RACKs dentro de cada LÍNEA o en otras palabras la cantidad de racks que conforman una línea.

- ❖ Identifica el modulo o rack que hay dentro de la fila de racks.
- ❖ La altura del rack o racks.
- ❖ La suma de racks representa una línea.
- ❖ Nemónico será un string de 2 caracteres empezando en '01' hasta '99', por lo tanto el primer rack de una línea sea el = '01'.., C.01.P.01.01
- ❖ Número interno de creación en el sistema.
- ❖ Código del nivel padre en el sistema.

Dentro de este nivel existe un parámetro a controlar el cual es;

- ❖ Capacidad en toneladas del rack.

La capacidad en toneladas nos indica la resistencia total del rack la cual será dividida entre las diferentes bandejas que se calculen para el modulo. Sin embargo se debe tener presente que el nivel 0 o el primer nivel de las bandejas tiene resistencia infinita o nula, esto se debe especificar porque a primera vista no podemos saber cuál es la resistencia del piso con relación al producto, por lo tanto no hay que considerarla en la formula o más bien restarla del resto de niveles para que no sea calculada y después sea especificada como NULA, INFINITA con un valor específico.

### **2.1.7 NIVEL 5, BANDEJA**

En este nivel controlamos, cuántos niveles podemos poner o crear dentro de un rack, el mismo sistema debe generar esta información mediante cálculo, al igual que el nivel de rack debemos declarar sus dimensiones para procesos de cálculo de capacidad en volumen de la estantería.

- ❖ Indica el nivel o bandeja interno del rack
- ❖ Esto se traduce a cuantos niveles o bandeja puede tener un rack
- ❖ Nemónico depende del número de bandejas en el rack ej. '01 - 10" = p..., C.1.P.01.01.0101.
- ❖ Capacidad en toneladas de la bandeja
- ❖ Largo y ancho de las bandejas.
- ❖ Número interno de creación en el sistema.
- ❖ Código del nivel padre en el sistema.

### **2.1.8 NIVEL 6, UBICACIÓN**

Este es el último nivel en el cual se crean las ubicaciones de la bodega. Sabemos que toda ubicación debe tener peso y volumen propio, esto nos obliga a;

- Indicar cuál va a ser el peso o resistencia de la ubicación, este dato es calculado a partir del peso de la resistencia de la bandeja
- Las dimensiones de la ubicación, este dato es resultado de las dimensiones de la bandeja.
- Indicar la unidad de medida de ambos parámetros.
- Nemónico depende del número de ubicaciones en la bandeja, pero se asignara un tamaño de 2, aquí crearemos un algoritmo que nos ayude hacer las combinaciones de '01' a '99', en los casos que se necesite más combinaciones se procederá hacer combinación dos caracteres como;
  - ❖ Una letra y un número de '1' al '9', la selección de las letras debe ser en orden alfabético ej. A1, A2,..Z9
  - ❖ Dos letras, la selección también debe ser en orden alfabético ej. AA, AB...ZZ.
  - ❖ El ej. '01 - 10" = P., W.C.01.P.33.24.1010
- Número interno de creación en el sistema.
- Código del nivel padre en el sistema.

## 2.2 USOS Y PRIORIDADES DEL ÁRBOL

Específicamente los usos indican la finalidad o razón misma de ser la bodega, es decir si la necesidad es crear una bodega que sirva solo para la venta y abastecimientos entre bodegas, estamos diciendo que las ubicaciones contenidas dentro del nivel atenderán pedidos o/y facturas, transferencias y requerimientos.

Se recomienda que la configuración de estos USOS se lo haga a un solo nivel, específicamente en el nivel de ÁREA. Los USOS por lo general denotan procesos como;



GRAFICO 4. AGRUPACIÓN DE LOS PROCESOS SEGÚN EL USO QUE TENDRAN

La forma más clara y precisa de definir esto es mediante una tabla de adyacencia MxN, donde M representa el número de columnas o USOS, y N el número de filas o PROCESOS.

Así mismo se debe definir las PRIORIDADES entre las áreas, el orden de la prioridad empezará con 0 hasta 'n', donde 'n' es el número de áreas dentro del nivel. Hay que controlar que solo

se asigne prioridad a aquellas AREAS donde la tabla de adyacencia la haya habilitado, también hay que controlar que una misma prioridad no se repita en otra área.

Lo correcto sería agrupar y clasificar todos los tipos de movimiento en INGRESO Y SALIDA de mercadería, por lo general todos los tipos de movimiento está definido en el ERP o sistema comercial de la compañía. Algunos de estos movimientos son;

- ❖ Ingreso de Mercadería
- ❖ Transferencia Bodega
- ❖ Requerimiento Compra
- ❖ Solicitud De Compra
- ❖ Transferencia Por Ventas
- ❖ Requerimiento Por Ventas

La definición de cada uno de estos tipos debería ser como se indica en la tabla 3.1.

### 2.3 DIMENSIONES DEL ÁRBOL

Para establecer las dimensiones correctas que debe tener cada ubicación es necesario definir las dimensiones de los productos, ya que éstas son el punto de partida para tener un mejor aprovechamiento de los espacios en las ubicaciones, este es un cálculo lo podemos hacer de tres formas;

1. Cálculo hacia delante **(1)**, primero definimos todos los niveles del árbol, en los niveles que corresponden a LÍNEA, RACK, BANDEJA y UBICACIÓN se define las medida manualmente es decir según el criterio del usuario de tal manera que estos datos son calculados y definidos al declarar los niveles.
2. Cálculo hacia delante **(2)**, en los nivel LÍNEA, RACK y BANDEJA, se va indicando la relación de cada elemento (largo, ancho y profundidad) con el nivel siguiente de tal manera que el cálculo de las UBICACIONES termina siendo una consecuencia de los niveles anteriores (el dato puede ser; heredado, calculado o definido).

	PROFUNDIDAD	ANCHO	ALTURA	DESPERDICIO
LÍNEA	NO	NO	NO	NO
RACK	SI	NO	SI	SI
BANDEJA	HEREDA	SI	CALCULADO	SI
UBICACIÓN	HEREDA	CALCULADO	HEREDA	NO

TABLA 4 REALACIÓN DE HERENCIA DE LOS DATOS vs NIVELES

Esta tabla indica los datos no son requeridos en cada nivel, en algunos casos esto puede generar redundancia de datos, lo aconsejable es únicamente heredar información, como indica la tabla, en otras calcular y otros solo definir.

3. Cálculo hacia atrás **(3)**, el usuario indica o define hasta el nivel de RACK (es decir debe definir BODEGA, PISO, ÁREA, LÍNEAS y RACK), con la información de los empaques se

calcula las medidas medias de las bandejas y por consiguiente las ubicaciones, se necesita tener con exactitud información de :

- ❖ Las dimensiones de los ítems y sus empaques.
- ❖ El número máximo de niveles por estiba del producto.
- ❖ La capacidad o resistencia en toneladas por RACK.
- ❖ El tamaño o longitud de la BANDEJA.
- ❖ El stock por producto del ÁREA, lo cual no debe complicarse ya que es un proporcional calculado del % de asignación del máximo (buscar información en árbol de ubicaciones)
- ❖ El sistema debe calcular el número de BANDEJAS que debe tener el RACK, las dimensiones promedio de las BANDEJAS y las dimensiones de las UBICACIONES, lo que se busca aquí es definir las dimensiones promedio de producto
- ❖ Por ítem o dependiendo de la cartera de productos, en este proceso el sistema se encarga de hacer todos estos cálculos para establecer si cabe en una ubicación, además con la información de las medidas de los productos y empaques se puede establecer el tamaño estándar de las ubicaciones a una medida promedio, y de esta manera poder sacar un mayor provecho de las bandejas en la generación de ubicaciones.

De estos tres métodos solo usaremos los dos primeros ya que el tercero es un algoritmo y no aplica para nuestra explicación, el tercer método requiere los datos de definición de la mercadería y su volumetría, establecer estos parámetros está fuera de los lineamientos de este proyecto.

## 2.4 ROTACIONES EN LOS NIVELES DEL ÁRBOL

Un elemento importante es poder definir el porcentaje de rotación de las ubicaciones según la clasificación ABC. La distribución de los Racks de la bodega deben ser en relación al flujo de entrada y salida de mercadería, es decir hacia las puertas de entrada o salida de la bodega, de esta manera agilitamos el flujo de las actividades internas.

Esta información viene descrita en el layout de la bodega, se indica cómo se ha definido su operación, la rotación de los productos se debe combinar con la clasificación ABC (ver Tabla 1).

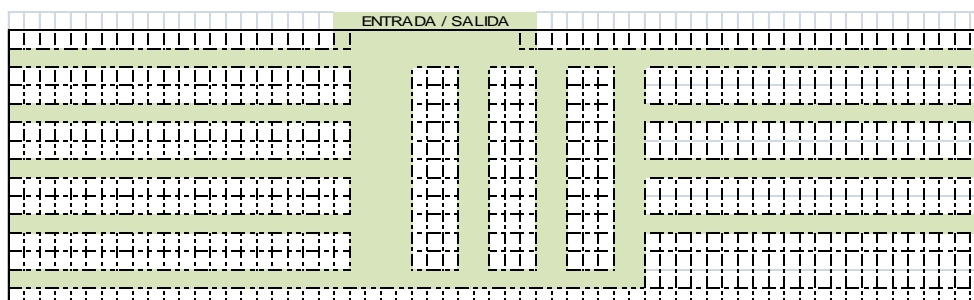


GRAFICO 5. LAYOUT DE LA BODEGA PREVIO A CLASIFICACIÓN ABC.

En el final la distribución según la rotación nos puede resultar el siguiente layout.

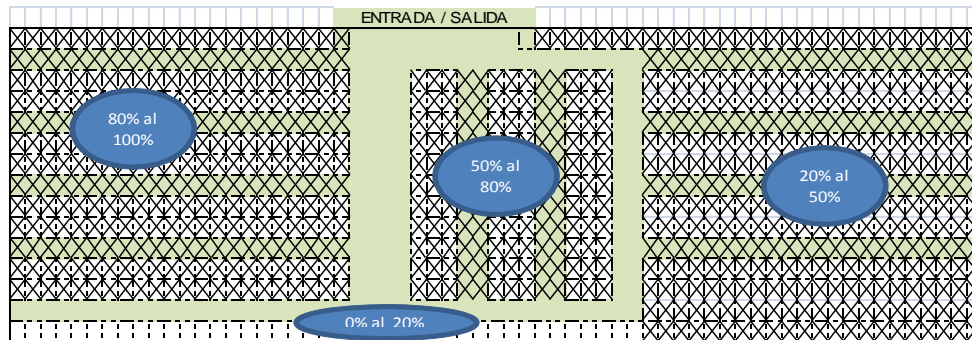


GRAFICO 6. LAYOUT DE LA BODEGA CON CLASIFICACIÓN ABC.

Recordemos que estos porcentajes van en función de un sector específico (x, y..., es decir como los planos cartesianos), también se debe considerar el elemento z (es decir la altura de las perchas o racks), por tal motivo se hace necesaria otra sud-distribución de las cantidades pero en base a los porcentajes propios del rack para las bandejas, es decir si existe mercadería por distribuir que tiene una rotación entre 0% y 8%, y tenemos una percha o rack de clasificación C con 4 bandejas, en qué bandejas deben ser colocadas las mercaderías?... una opción es las que mostramos en el gráfico y la combinamos con la rotación de la mercadería.

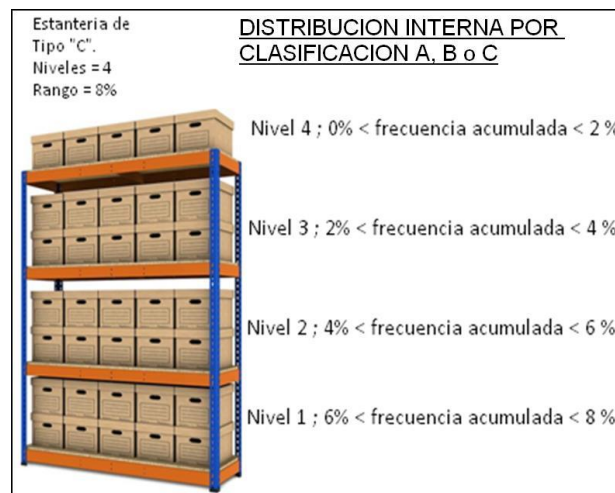


IMAGEN 3. SUB-DIVISION DE UN NIVEL SEGÚN CADA CLASIFICACIÓN ABC.

## 2.5 ESTADOS DE LAS UBICACIONES

La finalidad de definir ESTADOS para las ubicaciones, tiene como objetivo que los procesos que están siendo ejecutados no se apliquen o tomen ubicaciones que están siendo utilizadas por otros procesos, de esta manera el proceso del sistema puede definir a cual ubicación debe afectar o no, los estados se pueden agrupar en tres grandes grupos como ACTIVO, INACTIVO y CANDADO, de estos ESTADOS nacen sub-estados que son consecuencia de procesos que están ejecutándose sobre las ubicaciones.



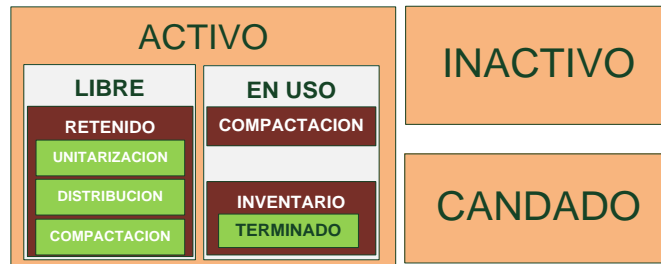


GRAFICO 7. ESTADOS QUE PUEDE TNER UNA UBICACIÓN DESPUES DE SU CREACIÓN.

Los dos grandes estados que podemos definir en cualquier tipo de sistema son ACTIVO e INACTIVO, las ubicaciones que estén definidas como activas tendrán sub-estados derivados de Activo, y la aplicación de estos se necesita que sea en cascada o individual, depende del nivel en el cual se aplica el cambio de estado.

Sin embargo hay ubicaciones que no deben cambiar de estado es decir deben mantenerse a lo largo de un periodo, por lo tanto los procesos no deben cambiar el estado de estas ubicaciones, es aquí cuando usamos un estado llamado CANDADO, que en realidad es una configuración individual y dependiendo del nivel que se encuentre el usuario su aplicación puede ser individual o en cascada.

### 2.5.1 LIBRE

Define Ubicaciones que no tienen stock asignado, procesos como UNITARIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN DINÁMICA o COMPACTACIÓN DE UBICACIONES necesitan estas ubicaciones para establecer cuantas de ellas van a necesitar, los cálculos establecerán la cantidad de ubicaciones, ninguno de los procesos puede cambiar el estado de LIBRE hasta que se confirme que la ubicación va ser requerida, por otro lado un proceso de nivel superior como hacer cambio de estados en cascada, puede cambiar a estado de INACTIVO siempre y cuando no esté siendo utilizada por un proceso.

### 2.5.2 BLOQUEADO

Se define como bloqueado en procesos de TOMA DE INVENTARIO o por MOTIVOS DE CONTROL, es potestad del usuario establecer el motivo del bloqueo. Para la toma de inventario la aplicación del estado puede ser en cascada (es decir que se aplicara todos los hijos) desde cualquier nivel y la aplicación es global al ámbito del nivel o también puede ser de aplicación individual

El bloqueo lo podemos definir con un parámetro de tiempo, que las libere o que le cambie el estado de BLOQUEADO en cuanto caduque el tiempo asignado. Solo se podrá seleccionar ubicaciones con estado EN USO para el proceso de bloqueo.

CAMBIO DE ESTADO POR INVENTARIO				
ESTADO	INICIO	HH:MM	FIN	HH:MM
BLOQUEADO	JULIO 23,2010	12:00	JULIO 23,2010	15:00

TABLA 5 CAMBIO DE ESTADO POR TIEMPO

En los casos que los procesos de inventario no tengan un tiempo límite definido o sea incierto para el sistema, como el proceso de toma de inventario tienen sus propios estados, sería el sistema el encargado de liberar las ubicaciones al verificar que el proceso ha terminado, ya sea por toma de inventario o control por certificación de inventario, la forma de verificar que no tiene tiempo de límite es mediante su estado FINALIZADO/TERMINADO (de toma de inventario o control).

CAMBIO DE ESTADO POR INVENTARIO				
ESTADO	INICIO	HH:MM	FIN	HH:MM
BLOQUEADO	JULIO 23,2010	12:00	NO DEF	NO DEF

TABLA 5.1 CAMBIO DE ESTADO POR TIEMPO

Para MOTIVOS DE CONTROL, tiene la misma finalidad que el estado de BLOQUEADO, la diferencia es, el usuario cambia el estado por motivos de control, como cuando tiene mercadería en revisión y no quieres que ningún procesos tome el stock disponible de la ubicación que está EN USO

REVISION				
ESTADO	INICIO	HH:MM	FIN	HH:MM
RETENIDO	JULIO 23,2010	12:00	JULIO 23,2010	15:00

TABLA 5.2 CAMBIO DE ESTADO POR TIEMPO

### 2.5.3 TERMINADO

Cuando el proceso de REVISIÓN o INVENTARIO ha finalizado en una ubicación el sistema debe ponerlo en estado terminado para que el timer control no lo vuelva a tomar, y una vez que ha caducado el tiempo el sistema debe cambiar el estado BLOQUEADO y TERMINADO a EN USO.

### 2.5.4 EN USO

Este estado es solo para aquellas ubicaciones que tienen stock dentro del árbol, el estado inicial para estas ubicaciones es LIBRE, los procesos que se encargan de cambiar el estado a EN USO son DISTRIBUCIÓN DINÁMICA o TRANSFERENCIA ENTRE UBICACIONES, la Unitarización se encarga de poner el estado en PROCESO para que la DISTRIBUCIÓN DINÁMICA asuma que las ubicaciones están en USO.

### 2.5.5 RETENIDO

Tiene la misma finalidad de inhabilitar las ubicaciones EN USO, esto se debe a que cuando entran al proceso de Unitarización no se sabe cuáles ubicaciones serán seleccionadas, por lo tanto el proceso después de determinar cuáles son las que necesita liberará las que no sobran regresándolas a su estado LIBRE. Por lo tanto el proceso de DISTRIBUCIÓN DINÁMICA tomara las ubicaciones que están en estado RETENIDO para llenarlas con mercadería en cada ubicación.

### **2.5.6 EN PROCESO**

Cuándo el proceso de COMPACTACIÓN está siendo aplicado en uno de los niveles de la bodega, las ubicaciones deben cambiar al estado EN PROCESO de esta manera sabemos que el sistema va a combinar los stock de las distintas ubicaciones para optimizar los espacios, una vez que se ha confirmado las transferencia manuales hacia las nuevas ubicaciones, se confirman y esta cambia a TERMINADO, el proceso de compactación solo afecta a ubicaciones EN USO.

## CAPITULO III

### 3. UNITARIZACIÓN

Uno de los principales problemas al tratar de almacenar la mercadería en la bodega es, definir la cantidad de mercadería que puede poner en cada ubicación? Si los operadores tuviesen este problema resuelto se evitaría;

- I. Trasladarse físicamente a cada una de las ubicaciones de almacenamiento para definir qué cantidad de mercadería poner en cada una de ellas.
- II. Armar y re-amar el Palletizado de la mercadería en función de los datos que recolecto de la ubicaciones que puede almacenar la mercadería.
- III. Se reduciría el tiempo requerido para la recepción y almacenamiento de la mercadería.
- IV. Se requiere menos personal y por ende se incurre en menores costos variables para la empresa.

Este proceso “cálculo” tiene como finalidad seleccionar las ubicaciones libres del árbol (para almacenar mercadería nueva que ha llegado a la bodega del proceso de compra), su ámbito de ejecución afecta solo a las ubicaciones que dentro del sistema estén con estado LIBRE, después que el proceso ha terminado el resultado es un listado de ubicaciones que pueden utilizarse para almacenar la mercadería. Aquí se debe considerar un elemento llamado “unidad máxima de Unitarización” que tienen que ver con;

- ❖ Si las mercaderías son almacenadas dentro de la bodega en pallet, entonces la “unidad máxima” será el pallet, para nuestro proceso será el volumen de la ubicación a manera de <sup>1</sup>cross-docking con relación al pallet.
- ❖ También se puede considerar como “unidad máxima” a los empaques propios de la mercadería.

1. Las ubicaciones que son consideradas para el proceso son aquellas con estado LIBRE, durante el proceso de cálculo se cambiara el estado de las ubicaciones a RETENIDO. Las ubicaciones que no fueron seleccionadas por el proceso regresaran al estado a LIBRE, en las seleccionadas se mantiene el estado de RETENIDO para el ingreso de mercadería, de esta manera evitamos que otro proceso de UNITARIZACIÓN considere

---

<sup>1</sup> Se considera al cross-docking cada vez más como una vía indispensable para elevar la velocidad y producción de los inventarios en industrias en las que se requiere realizar movimientos rápidos como lo son las de bienes de consumo, alimentos, minoristas, de medicamentos y abarrotes, por mencionar algunas.

las ubicaciones RETENIDAS en otro cálculo que podría estar corriendo al mismo tiempo.

2. Las ubicaciones para el proceso son seleccionadas según la frecuencia acumulada del producto que se necesite almacenar
3. No es necesario guardar la información de los cálculos pero se necesita;
  - ❖ El listado de las ubicaciones (vector, listado) que han sido seleccionadas.
  - ❖ Cantidad de unidades almacenables según la ubicación y tipo de empaque del producto.

### 3.1 PREPARACIÓN DE LOS DATOS

Primero necesitamos saber si el tipo de movimiento corresponde a un <sup>2</sup>ingreso de mercadería para la bodega, los datos requeridos son;

- ❖ Cuál es la cantidad de mercadería en unidades (ver tabla 6).
- ❖ Cuál es el porcentaje rotación del producto.
- ❖ Cuál es el rango según la frecuencia acumulada del producto, (ver tabla 2.2).
- ❖ Si el producto es controlado por LOTES, se necesita la cantidad de unidades por lote (ver tabla 6.4).
- ❖ Los lotes deben ser ordenados en forma ascendente según fecha de caducidad.
- ❖ Cuáles son los tipos de empaque del producto y su dimensiones, es decir “el cubicaje” de cada presentación<sup>3</sup>/empaque<sup>4</sup> que tiene el producto (ver tabla 6.2).
  - Establecer según la cantidad de unidades, los embalajes que presenta la mercadería (cajas máster, media y simple), ver tabla 6.3
- ❖ Establecer el volumen de ocupación por ubicación.

Como ejemplo usaremos un ingreso de 1258 unidades y que la frecuencia acumulada que del producto es del 83%. En nuestra clasificación ABC este valor corresponde al rango de los productos tipo A entre 30% y 100%.

PRODUCTO	CODIGO	CODIGO PROVEEDOR	CANTIDAD	PROMOCIÓN	TOTAL
			12	2	14
	LX-300-II	3DEDE	1,226.00	32	1258
			12	21	33

<sup>2</sup> Los ingresos de mercadería son todos aquellos movimientos como; compras de mercadería, ingreso por devoluciones, re-ingresos de mercadería, anulaciones de órdenes de carga o despachos. Es decir todo proceso que sirva para alimentar el stock de almacenamiento.

<sup>3</sup> Presentación, se refiere a la unidad de venta que recibe el cliente, esta puede ser unidad, blíster, tercio, docena, pares, también pueden haber conversiones o múltiplos que se crean para la venta como unidad, docena, ciento y millar para un mismo producto.

<sup>4</sup> Empaque, el empaque se refiere a la presentación en la cual llega, es decir unidad, caja y cartón, que por lo general sirven para almacenamiento en la bodega.

TABLA 6 DATOS DEL PEDIDO DE COMPRAS

El cubicaje de cada empaque del producto y sus dimensiones con el elemento máximo de unitarización son;

MEDIDAS POR EMPAQUE DE PRODUCTO						
ITEM	A	L	P	X	EMPAQUE	TIPO EMPAQUE
LX-300-II	30	40	50	0	CARTON	MASTER
LX-300-II	15	20	25	0	CAJA	MEDIANO
LX-300-II	2	3	4	0	UNIDAD	SIMPLE
LX-300-II	20	110	100	20	UMU	CAPA

TABLA 6.2 DATOS VOLUMETRIA DE LA MERCADERIA CON UMU

Las unidades por presentación y el tipo de empaque del producto están definidos como;

EMPAQUE	PRESENTACIÓN	UNIDADES	TIPO EMPAQUE
CARTON	1x12x12	144	MASTER
CAJA	1x12	12	MEDIANO
UNIDAD	1x1	1	SIMPLE

TABLA 6.3 INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Para nuestros cálculos parametrizaremos una nueva tabla T63 basada en la TABLA6.3 con filas  $i$  y columnas  $j$ , donde  $m$  y  $n$  serán los límites de los índices  $i, j$ ;

UNIDADES	144	12	1

T63

$m = 1, n = 3$  ... representación de los limites de cada índices  $i, j$  respectivamente.

$i = 1..m, j = 1..n$  ...índice de la tabla T63.

$T63_{i,j}$  ... representación de la tabla.

El ingreso de la tabla 6 puede ser sub-dividido en lotes para mejor control de las existencias y evitar caducidad de productos de esta manera controlamos los egresos de las mercaderías ya sea por proceso FIFO o LIFO. Aquí detallamos la fecha de caducidad de cada lote de mercadería y se de menor a mayor.

ITEM = LX-300-II			
LOTE	FECHA INGRESO	FECHA CADUCIDAD	TOTAL UNIDADES
AP1012	21 ENE 2010	21 FEB 2010	435
AP1013	21 ENE 2010	21 MAR 2010	343
AP1024	21 ENE 2010	21 MAR 2010	480
			1258

TABLA 6.1 INGRESO MERCADERIA = 20201, ESTADO = PENDIENTE

Esta tabla la parametrizaremos en una nueva tabla T61 con filas  $i$  y columnas  $j$ , donde  $m$  y  $n$  serán los límites de los índices  $i, j$ ;

TOTAL UNIDADES
435
343
480
1258

$m = \text{elementos del ingreso}, n = 1 \dots$  representación de los límites para los índices.

$i = 1..m, j = 1..n \dots$  índices de la tabla.

$T61_{i,j} \dots$  representación de la tabla.

Con información de la tabla “T63” ingreso por lotes y las unidades por empaque de la tabla “T61”, establecemos cuantas unidades existen según el empaque del producto que está representado en el sector azul de la TABLA 6.4;

LOTE	FECHA INGRESO	FECHA CADUCIDA	TOTAL UNIDADES	CARTON	CAJA	UNIDAD
				1x12x12	1x12	1x1
AP1012	21 ENE 2010	21 FEB 2010	435.00	3.00	-	3.00
AP1013	21 ENE 2010	21 MAR 2010	343.00	2.00	4.00	7.00
AP1024	21 ENE 2010	21 MAR 2010	480.00	3.00	4.00	-
			1,258.00	8.00	8.00	10.00

TABLA 6.4 INGRESO MERCADERIA = 20201, ESTADO = PENDIENTE

Nuestro cálculo debe generar una tabla  $T64_{i,j}$  de resultados  $M \times N$ , donde el valor de  $i$  depende de los elementos de  $M$  en  $T61_{i,j}$  y el valor de  $j$  es igual a  $N$  de  $T63_{i,j}$ .

La fórmula para calcular cada elemento está representado en la siguiente matriz.

$$\begin{matrix} \text{int}[T61_{1,m,1}/T63_{1,1,n}] & \text{int}[(T61_{1,m,1} - (T64_{1,m,1} * T63_{1,2-1}))/T63_{1,2}] & \text{int}[(T61_{1,1} - (T64_{1,m,1} * T63_{1,3-2}) - (T64_{1,m,2} * T63_{1,3-1}))/T63_{1,3}] \\ T64_{2,1} & T64_{2,2} & T64_{2,3} \\ T64_{3,1} & T64_{3,2} & T64_{3,3} \end{matrix}$$

### 3.2 SELECCIÓN DE LAS UBICACIONES

- ❖ Para que una ubicación sea seleccionada, el área debe estar habilitada/activa para el proceso (ver tabla3).
- ❖ Cada área indica la prioridad en que ingresa al proceso.
- ❖ Las ubicaciones se seleccionan según la frecuencia acumulada del producto (ver clasificación ABC).
- ❖ Solo se procesan ubicaciones con estado LIBRE.

La tabla debe estar ordenada por área según la prioridad que tenga el área (ver tabla3.1) y de mayor a menor según la sub-rotación (ver tabla1.2.1), es decir, si el producto tiene frecuencia acumulada de 83%, se ordenará la tabla desde 83 hacia atrás. Las columnas A, L, P y X representan el ALTO, LARGO, PROFUNDIDAD y DESPERDICIO de la ubicación. La Tabla7 está ordenada según las anteriores indicaciones.

CODIGO	A	L	P	X	AREA	PRIORIDAD
C.01.0102	140	120	100	0	A	89

C.01.0103	160	120	100	0	A	78
C.01.0104	100	120	100	0	A	72
C.01.0105	160	80	100	0	D	92
C.01.0106	160	120	100	0	D	87
C.01.0107	160	120	100	0	D	78
C.01.0108	150	120	100	0	E	91
C.01.0109	150	120	100	0	E	85

TABLA 7 LISTADO DE UBICACIONES LIBRES

Por cada ubicación hay que realizar el cálculo de su capacidad vs el tipo de empaque, esto implicara maximizar el rendimiento de las ubicaciones según el empaque del producto, de la tabla7 se creara la tabla "T7" con filas i y columnas j, donde m y n serán los límites de los índices i, j;

$m =$  ubicaciones seleccionadas segun la frecuencia acumulada del producto,

$n =$  datos de la ubicacion, siempre seran 4

$i = 1..m, j = 1..n$  ...índices de la tabla.

$T7_{i,j}$  ... representación de la tabla.

CODIGO	A	L	P	X
C.01.0102	140	120	100	0
C.01.0103	160	120	100	0
C.01.0104	100	120	100	0
C.01.0105	160	80	100	0
C.01.0106	160	120	100	0
C.01.0107	160	120	100	0
C.01.0108	150	120	100	0
C.01.0109	150	120	100	0

T7

En cada ubicación hay que calcular el volumen y el área, y asignarlos en una nueva tabla  $vT7_{i,j}$  y  $aT7_{i,j}$  respectivamente, estas nuevas tablas tendrán filas igual a M de  $T7_{i,j}$  y columnas n igual 1. La unida de medición será  $m^3$  y  $m^2$ ;

CODIGO	V
C.01.0102	1.68
C.01.0103	1.92
C.01.0104	1.2
C.01.0105	1.28
C.01.0106	1.92
C.01.0107	1.92
C.01.0108	1.8
C.01.0109	1.8

vT7

CODIGO	A
C.01.0102	1.2
C.01.0103	1.2
C.01.0104	1.2
C.01.0105	0.8
C.01.0106	1.2
C.01.0107	1.2
C.01.0108	1.2
C.01.0109	1.2

aT7

$$vT7_{i,j} = \prod_{i,j}^{m,n} T7_{i,j} / 1000000$$

$$aT7_{i,j} = \prod_{i,2}^{m,n} T7_{i,j} / 10000$$



El método que se ha utilizado para la selección de las ubicaciones es el **METODO GLOTON/GREEDY**, se procederá de la siguiente forma:

1. Tomaremos una ubicación del listado.
2. Calcularemos el número de unidades que caben en la ubicación.
3. El cálculo se puede hacer por cada tipo de empaque, pero se tomara como referencia siempre el EMPAQUE MEDIO.
  - a. Cada cálculo va generar dos opciones de selección, ya que la base y profundidad de la ubicación debe ser combinado con la base y profundidad del producto, es decir los datos de las columnas L y P que corresponden a las ubicaciones y empaques del producto.
  - b. De los resultados se utilizara la parte entera.
  - c. La combinación que de mayor unidades almacenadas por ubicación es la que tomaremos, la idea es maximizar
    - i. En el caso que sea necesario se hará la conversión a caja.
4. Las unidades que se han calculado serán rebajadas del total de unidades inicial.
5. Cuando la diferencia de unidades es menor igual a cero el proceso se detiene.

El proceso desde el punto 1 al 3 esta descrito en la tabla 7.1;

**CALCULO DEL MEJOR RENDIMIENTO SEGUN LAS MEDIDAS DEL PRODUCTO vs UBICACIÓN**

CODIGO	A	L	P	X	
C.01.0102	70	120	100	0	
LX-300-II	15	20	25	0	
OPCIÓN 1	4.00	6.00	4.00	0	
					<b>OP1 TOTAL</b>
					96 EMP

CODIGO	A	L	P	X	
C.01.0102	70	120	100	0	
LX-300-II	15	25	20	0	
OPCIÓN 1	4.00	4.00	5.00	0	
					<b>OP2 TOTAL</b>
					80 EMP

TABLA 7.1 APROVECHAMIENTO DE ESPACIO vs MERCADERIA

El punto 4, indica establecer las unidades que faltan por asignar del total, como el cálculo se lo hace por medio del empaque del producto, debemos calcular cuantas unidades corresponden a este empaque por el total de empaques que entro en la ubicación

**CALCULO DE UNIDADES SEGUN MEJOR RENDIMIENTO**

EMPAQUE	PRESENTACIÓN	UNIDADES	TIPO EMPAQUE	ASIGANDO
CAJA	1x12	12 UNI	MEDIANO	1152 UNI

TABLA 7.2 SELECCIÓN DE MEJOR RENDIMIENTO

Asignado = Unidades del empaque \* Máximo (empaques en la ubicación)

En una nueva matriz guardamos los datos de la(s) ubicación(es), código del producto y las unidades asignadas a cada una de ellas.

#### UNIDADES ASIGANDAS POR UBICACIÓN

UBICACIÓN	COD_PRODUCTO	UNIDADES	TIPO EMPAQUE
C.01.0102	LX-300-II	1152 UNI	MEDIANO
C.01.0103	LX-300-II	106 UNI	MEDIANO

TABLA 7.2.1 SELECCIÓN DE UBICACIÓN

El punto 5 nos indica cual va ser la nueva cantidad de unidades a cubicar del ingreso pendiente;

INGRESO	UNIDADES ASIGANDAS	UNIDADES POR ASIGNAR
1258 UNI	-1152 UNI	106 UNI

TABLA 7.3 ASIGNACIÓN DE UNIDADES POR UBICACIÓN

Por Asignar = ingreso - asignado

Cuando el resultado de este cálculo es mejor e igual a cero, el proceso se detiene, el resultado que buscado se encuentra en la TABLA 7.2.1, con esta información se deben hacer las asignaciones de mercadería a las diferentes ubicaciones de la bodega.

## CAPITULO IV

### 4. DISTRIBUCIÓN DINÁMICA

El proceso de distribución dinámica se encarga de establecer los RECORRIDOS que deberá hacer el operador al momento de almacenar la mercadería en que ubicación con la finalidad de llenarla con mercadería, con lo cual se optimiza;

- I. Las horas de trabajo que se requieren para realizar los almacenamientos.
- II. Al existir una mejor organización se requiere menos personal con lo cual se reduce los costos variables de la compres.
- III. Se obtiene el mayor aprovechamiento de la bodega y sus áreas de almacenaje.
- IV. Se controla el método mediante algoritmos el método de distribución de la mercadería en las ubicaciones.

El proceso de distribución dinámica está basado en la orientación de la bodega según el sistema de almacenamiento de las estanterías/racks. Los sistemas de almacenamiento se caracterizan por; el número de posiciones, la profundidad o alcance y se pueden clasificar de la siguiente forma;

TIPO DE SISTEMA	PRODUNDIDAD	PRODUCTOS
· Selectivo	1 Ubicación	1 x Pallet/Ubicación
· Double Deep	2 Ubicaciones	1 x Pallet/Ubicación
· Dinámico	2 - n Ubicaciones	1 x Pallet/Ubicación
· Push Back	2 hasta 6 Ubicaciones	1 x Pallet/Ubicación
· Drive In	2 - n Ubicaciones	1 x Pallet/Ubicación
· Carton Flow	1 hasta 5 Ubicaciones	1 x Pallet/Ubicación
· Mezzanine	1 Ubicación	1 x Pallet/Ubicación
· Entrepiso	1 Ubicación	1 x Pallet/Ubicación
· Autoportante	1 - n Ubicaciones	1 x Pallet/Ubicación
· Estantería	1 Ubicación	1 x Bandeja/Ubicación
· Meno Rack	1 Ubicación	1 x Bandeja/Ubicación
· Cantilever	1 Ubicación	1 x Niven/Ubicación

TABLA 8 UBICACIONES SEGUN EL TIPO DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

*“Uno de las condiciones para tener un perfecto control de trazabilidad es saber qué tipo de sistema de control de inventario se aplicara a la mercadería según el sistema de almacenamiento que se ha dispuesto para la bodega.*

*Antes de establecer el tipo de sistema de almacenamiento se debe tener pleno conocimiento de la distribución de la bodega, su orientación para la entrada y salida de mercadería, esto lo vimos en el capítulo del Layout de Bodega”*

La Tabla 8 nos describe 12 sistemas de almacenamiento poniendo especial énfasis en aquellos que la profundidad de almacenamiento es superior a una ubicación, es aquí donde se debe hacer un proceso especial de re-organizar las ubicaciones seleccionadas por el proceso de Unitarización (ver tabla7).

Otro elemento importante es saber qué tipos de manejo de inventario podemos aplicarle a cada sistema de almacenamiento (<sup>5</sup>FIFO, <sup>6</sup>LIFO), esto tiene correlación directa con el tipo de producto;

TIPO DE SISTEMA	FIFO	LIFO
· Selectivo	SI	-
· Double Deep	SI	SI
· Dinámico	SI	-
· Push Back	-	SI
· Drive In/Thru	SI	SI
· Carton Flow	SI	-
· Mezzanine	SI	SI
· Entrepiso	SI	SI
· Autoportante	SI	-
· Estantería	SI	-
· Meno Rack	SI	-
· Cantilever	SI	SI

TABLA 8.1 TIPO DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO vs SISTEMA MANEJO DE INVENTARIO

#### 4.1 SISTEMA SELECTIVO

El Sistema Rack Selectivo está diseñado para el almacenaje de cualquier producto, estibado sobre tarimas, contenedores y envases cilíndricos. Este Sistema Rack Selectivo es ideal para llevar un adecuado control de inventario. El Sistema Rack Selectivo es de mayor demanda en la industria. Sus principales ventajas son las siguientes:



IMAGEN 4 Sistema Rack Selectivo

- Acceso directo a cada ubicación o posición.
- Rotación de producto.
- Aplica el principio (FIFO) First In- First Out y (PEPS) Primeras Entradas-Primeras Salidas.
- Facilidad para adaptarse a cualquier área y posibilidades de modificación sólo o en conjunto con otros sistemas (Mezzanine, Entre piso, Autosoportado).
- Fabricado en Acero rolado o Acero Estructural.
- Optimización del espacio.
- Bajo Costo.

<sup>5</sup> First In- First Out, Primeras Entradas- Primeras Salidas

<sup>6</sup> Last In-First Out, Ultimas Entradas- Primeras Salidas

El Sistema Rack Selectivo es de gran seguridad y sencillez en su operación. Aún con muchos años de aplicación es casi libre de mantenimiento.

**Desventajas** de este sistema se encuentra en la gran cantidad de espacio destinado a los pasillos, más del 50% de la superficie de la bodega se destina para la asistencia de equipos lo que minimiza el VNA.

## 4.2 SISTEMA DINÁMICO

El Sistema Dinámico es de alta densidad que opera por gravedad a base de rodamientos o rodillos. El Sistema Dinámico a su vez nos permite manejar el sistema de control de salida (PEPS o FIFO) Primeras Entradas-Primeras Salidas, es necesario contar con dos pasillos, el primero de carga del rack o posterior y el segundo de descarga o frontal. Este Sistema Dinámico es recomendado en productos de alta rotación, perecederos, y donde el control de nuestros inventarios, sea un criterio básico en su operación.

El Sistema Dinámico cuenta con accesorios tales como frenos, guías y topes mismos que nos permiten trabajar con el máximo de seguridad en el flujo de tarimas o estibas.

La **desventaja** de este sistema está en el alto costo de mantenimiento de los elementos que proporcionan el dinamismo, el costo variable de no utilizar las estructuras debido a los tiempos que se necesitan para los mantenimientos. La operativa de este sistema requiere que sean pocas referencias con grandes lotes y rotaciones altas.

Otro de las ventajas son los cálculos de las pendientes, ya que estas son pensadas según el peso de las cargas por lo que no puede haber grandes variaciones en peso entre ellas o las cargas no se deslizan, si se incrementa la carga se embala pudiendo ocasionar daños a la mercadería, los pallets y las estanterías.

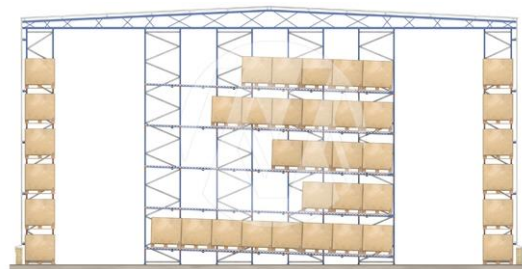


IMAGEN 5 SISTEMA DINÁMICO

## 4.3 SISTEMA PUSH BACK

Este Sistema Push Back es un sistema de alta densidad para la operación de productos por lotes principalmente o con caducidad de mediano plazo. El Sistema Push Back es manejado a base de Carrosas o bastidores que opera por gravedad con un máximo de 6 tarimas de profundidad.

La operación del Sistema Push Back se basa en el principio (PEUS) Primeras Entradas-Últimas Salidas. La profundidad máxima nos facilita tener un adecuado control de inventarios y caducidades.

Como característica de ahorro en costo y espacio solo necesita un pasillo frontal donde se realiza la operación de entrada y salida de producto en el bloque o rack maximizando así nuestro espacio disponible o área de almacenamiento.



IMAGEN 6 SISTEMA PUSH BACK

Este sistema presenta las mismas **desventajas** que el sistema dinámico con la diferencia que las densidades de los lotes es menor.

#### 4.4 SISTEMA DRIVE IN/THRU

El Sistema Drive In es de alta densidad de tarimas por acumulación, está diseñado para tener un óptimo control de las entradas y salidas del producto, es la solución ideal para el almacenamiento de manera compacta en grandes cantidades de mercancías por lotes homogéneos. Como ventaja adicional del Sistema Drive In solo requiere de un pasillo frontal al rack, ya que los túneles de carga y descarga funcionan como pasillos para la operación del montacargas.

Una variante del Sistema Drive In, es el Sistema Drive Thru, que opera con dos pasillos para atacar el túnel frontalmente para la carga y el túnel posterior para la descarga, optimizando con esto nuestro control de caducidades e inventarios del producto.



IMAGEN 7 DRIVE IN/THRU

Tiene la **desventaja** de requerir grandes cantidades de lotes, con alta rotación y pocas referencias, genera grandes costos de mantenimiento en equipos, sin embargo complica el control FIFO, es poco flexible y con posibilidades de daños en las cargas.

## 4.5 SISTEMA CARTÓN FLOW (FLUJO DE CAJAS O PICKING)

**Este Sistema Cartón Flow** nos permite el manejo manual de cargas en el surtido o despacho de pedido. Como característica encontramos que debe tener una pendiente de 2° aproximadamente. Este Sistema Cartón Flow a su vez trabaja por medio de rodamientos o rodillos para lograr dar el desplazamiento por gravedad a las cajas, de tal manera que los frentes de surtido siempre tendrá el producto visible y listo para el acceso manual o Picking.

El Sistema Cartón Flow aplica el principio (PEPS) Primeras Entradas-Primeras Salidas. Es necesario para el funcionamiento contar con dos pasillos, uno de entrada del producto y otro de despacho de los pedidos (Frente de Picking).



IMAGEN 8 CARTON FLOW

Las **desventajas** de se miden en función de la disponibilidad de las ubicaciones es decir, si la ubicación de mercancías no es caótica el sistema estará siempre vacío, los recogedores de pedidos recorren grandes distancias para completar pedidos, la mayor parte de la superficie se dedica a pasillos con lo que es poco eficiente el uso de la bodega

## 4.6 SISTEMA DOBLE PROFUNDIDAD (DOUBLE DEEP Ó REACH)

**Este Sistema Double Deep** es una variación del Sistema Rack Selectivo con la diferencia de poder generar doble profundidad es decir almacenar dos tarimas de fondo para cada frente de rack.

El Sistema Double Deep nos da la gran ventaja de reducir el número de pasillos requeridos hasta en un 60% optimizando nuestras áreas disponibles y aumentando la capacidad de almacenaje, teniendo como único requisito la utilización de un equipo de montacargas que posea pantógrafo o extensión para lograr el Doble Deep necesario y llegar a la segunda tarima de fondo. El Sistema Double Deep al igual que el Sistema Rack Selectivo es compatible con otros, (Mezzanine, Entrepiso, Autoportante).

Su **desventaja** influye mucho en el coste de la carretilla ya que esta debe ser telescópica y su coste es casi un 100% superior a la normal, hay una disminución de las cargas por ubicación entre más alto menos carga, la manipulación se vuelve lenta debido a la doble profundidad.



IMAGEN 9 DOBLE PROFUNDIDAD

## 4.7 ALMACENES ROTATIVOS

Los almacenes rotativos responden al principio “producto-a-operador”. Es decir, en lugar de que sea el recogedor de pedidos quien se desplace hacia el producto, es el sistema de almacenamiento quien acerca el producto al operador. Existen básicamente dos tipos de almacenes rotativos: Los verticales y los horizontales (conocidos como “carruseles”). Los almacenes rotativos verticales son a su vez de dos tipos: “torres de extracción” y “paternoster”.

a) Almacenes tipo “Paternoster”.- Un almacén tipo paternoster es una estructura de armario, construida en chapa, que alberga en su interior un número determinado de estanterías unidas por cadenas o correas. Estas estanterías son las que en un movimiento rotatorio, debido al accionamiento de un motorreductor, trasladan el producto hasta el punto de recogida situado en el frontal del armario. Se puede decir que es como una noria en que cada cangilón es una estantería.

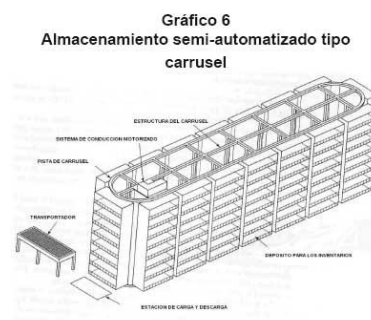


IMAGEN 9 SISTEMA ROTATIVO

b) Almacenes “Torres de Extracción”.- Su apariencia recuerda al “paternoster” aunque en realidad no rotan las estanterías sino que un pequeño transelevador acerca el producto al punto de recogida. En este caso no es necesario que las cargas sean muy homogéneas.

c) Almacenes tipo “Carrusel”.- Al igual que en los verticales, en los rotativos horizontales o “carruseles” la concepción tecnológica es sencilla, moviendo módulos



o cestas hasta la posición del operador en un movimiento de transportador circular por cadena sin fin.

La estructura de los sistemas rotativos horizontales cuenta con bastidores que forman módulos de los que se suspenden las estanterías que almacenan los productos.

Sus **inconvenientes** están en relación al coste ya que son muy caros de adquirir y mantener, necesitan de un sistema informático que un apoyo confiable.

#### 4.8 MEZZANINE O TAPANCO

El Sistema Mezzanine también conocido como Tapanco, nos permiten duplicar la superficie útil de una nave, generando un mayor espacio, ya que se aprovecha totalmente la altura de la bodega, este se puede utilizar para área de almacenaje, trabajo u oficina. Como ventaja en el Sistema Mezzanine no requiere ningún permiso o licencia de construcción y es 100% recuperable y modificable. Además de que su instalación es rápida y sencilla. El diseño del Sistema Mezzanine permite manejar cualquier producto y peso.



IMAGEN 10 SISTEMA DE ALMACEMIENTO MEZZANINE

#### 4.9 ENTREPISO O ENTREPLANTA

El Sistema de Entrepiso o Entreplanta consiste en niveles de carga para manejo manual sostenido con la estructura del rack mismo que puede ser Rack Selectivo, Meno Rack o Estantería de Angulo Ranurado. Esto nos da el soporte necesario para que en este Sistema de Entrepiso o Entreplanta aprovechemos al máximo nuestras áreas a todo lo alto de las naves o bodegas y tener espacios de almacenamiento con alturas adecuadas para el manejo del producto de forma manual.



IMAGEN 11 SISTEMA DE ALMACEMIENTO ENTRE PISOS

## 4.10 SISTEMA AUTOPORTANTE O AUTOSOPORTADO

**Este Sistema Autoportante o Autosoportado**, está diseñado para que la estructura de los racks sean los elementos que permitan la construcción de una nave industrial sin necesidad de obra civil.

Los diseños de soporte del Sistema Autoportante, pueden ser cualquier sistema de rack convencional (Rack Selectivo, Drive In, Dinámico, Push Back). Debido a esta característica el costo comparado con el de una nave construida convencionalmente es más económico, también permite recuperar al 100% la inversión del equipo.

Como ventajas adicionales del Sistema Autoportante, no se requiere de licencia o permiso de construcción, su sistema es completamente desmontable y se recomienda cuando se tiene necesidad de construir una bodega en poco tiempo.



IMAGEN 12 SISTEMA DE ALMACEMIENTO AUTOSOPORTADO

Su **desventaja** está en las fuertes inversiones estructurales ya que para su construcción se debe tener en cuenta factores como el método de recolección apropiado es cross-docking, de debe tener grandes volúmenes de mercadería para aprovechar la rentabilidad por ubicación, la mercadería debe tener una alta rotación.

## 4.11 ESTANTERÍA

El **Sistema de Estantería**, es un sistema convencional para manejo de cargas manuales exclusivamente. Por sus características de fabricación se recomienda una carga no mayor de 150 Kg. por nivel, la variedad de frentes y fondos en entrepaños así como la altura de sus postes permite el acomodo de casi cualquier carga que se opere manualmente. Este Sistema de Estantería puede combinarse con otros para lograr entrepisos, surtidores de pedidos, y/o autoportantes.



IMAGEN 13 SISTEMA DE ALMACEMIENTO DE ESTANTERIAS

## 4.12 SISTEMA MENO RACK

El **Sistema Meno Rack**, está diseñado para el manejo de cargas manuales principalmente. Aunque su construcción y diseño aceptan también la operación con tarimas (Pallets). El Sistema Meno Rack tiene como características que sus marcos y vigas son para una menor capacidad de carga en comparación con el Rack Selectivo convencional lo que permite abatir costos de una manera importante. El Sistema Meno Rack al igual que el Sistema Rack Selectivo tiene una gran variedad de accesorios, permitiendo la operación en circunstancias específicas para cada Producto.



IMAGEN 14 SISTEMA DE ALMACEMIENTO MENO RACK

## 4.13 SISTEMA CANTILEVER

El **Sistema Cantilever** de brazos libres nos permite manejar productos de tamaños heterogéneos y de gran volumen ya que no cuenta con columnas frontales en los marcos, obteniendo un gran margen de maniobra en la carga y descarga de nuestros productos. Al igual que un Sistema Rack Selectivo o Doble Profundidad (Double Deep). En el Sistema Cantilever es necesario un pasillo para cada frente de rack, proporcionando gran selectividad en la operación.

Este Sistema Cantilever es requerido principalmente en la industria ferretera, del PVC, mueblera y en general toda aquella que maneja grandes dimensiones en su carga.



IMAGEN 15 SISTEMA DE ALMACEMIENTO CANTILIVER

## 4.14 PREPARACIÓN DE LOS DATOS

Según el tipo de mercadería se define el manejo que va a tener los datos, es decir FIFO, LIFO o PEUS, el proceso de distribución dinámica puede ser aplicado a todos los sistemas de manejo de inventario (ver tabla 8.2) sin embargo hay sistemas como "Dinámico, Push Back y Drive In/Thru" que necesitan pasos adicionales para obtener una correcta distribución de la mercadería, por lo tanto estos no deben considerarse como parte de esta explicación.

· Selectivo	· Entrepiso
· Double Deep	· Autoportante
· Carton Flow	· Estantería
· Mezzanine	· Meno Rack
	· Cantilever

TABLA 8.2 TIPO DE SISTEMA

Cuando una línea es creada esta debe ser relacionada a un pasillo, con la finalidad de poder organizar todos los hijos de la línea (rack, bandeja, ubicación), supongamos que el proceso de unitarización nos proporciona la tabla 8.3. Si quisiéramos ordenar este listado tendríamos múltiples formas, sin embargo nada indica cual es el mejor método, por lo tanto el dato que utilizaremos es "PASILLO".

CODIGO	PRIORIDAD	PASILLO	PASILLO_LADO	AREA
F.01.A.01.01.01.02	89	2	DER	A
F.01.A.01.01.01.03	78	1	IZQ	A
F.01.A.01.01.01.04	72	2	DER	A
F.01.D.01.01.01.05	92	3	DER	D
F.01.D.01.01.02.05	87	2	DER	D
F.01.D.01.01.02.07	78	4	DER	D
F.01.E.01.02.03.07	91	2	DER	E
F.01.E.01.01.03.07	91	2	DER	E
F.01.E.01.01.03.08	91	1	DER	E
F.01.E.01.01.04.08	91	1	DER	E
F.01.E.01.01.02.08	85	1	DER	E

TABLA 8.3 LISTA DE UBICACIONES PARA UNITARIZAR

#### 4.15 PROCESO.

El proceso busca poder clasificar las ubicaciones para una mejor distribución manual o automática de la mercadería, por lo tanto las ubicaciones que se encuentran en un mismo sector o pasillo serán ordenadas según corresponda al sistema de almacenamiento y el tipo de manejo de mercadería, de tal manera que el orden de almacenamiento dependerá del sistema de almacenamiento que se esté aplicando a la bodega y del tipo de manejo de mercadería FIFO, LIFO o PEUS, como ejemplo usaremos la siguiente tabla que debe ser proporcionada por el proceso de Unitarización de mercadería;

CODIGO	PRIORIDAD	PASILLO	PASILLO_LADO	AREA
F.01.A.01.01.01.03	78	1	IZQ	A
F.01.A.01.01.01.02	89	2	DER	A
F.01.A.01.01.01.04	72	2	DER	A
F.01.D.01.01.02.05	87	2	DER	D
F.01.D.01.01.01.05	92	3	DER	D
F.01.D.01.01.02.07	78	4	DER	D
F.01.E.01.01.02.08	85	1	DER	E
F.01.E.01.01.03.08	91	1	DER	E
F.01.E.01.01.04.08	91	1	DER	E
F.01.E.01.01.03.07	91	2	DER	E
F.01.E.01.02.03.07	91	2	DER	E

TABLA 8.3.1 LISTA DE UBICACIONES PARA UNITARIZAR ORDENADA

1. Esta tabla debe ser ordenada en el siguiente orden de prioridades (tabla 8.3.1).

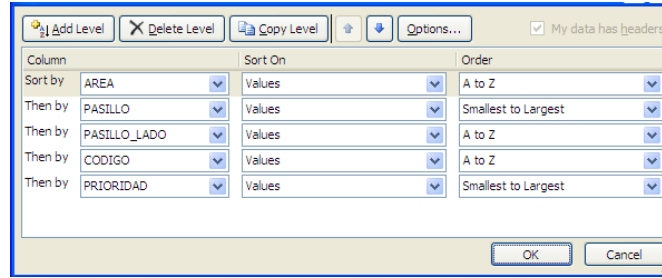


GRAFICO 10 ORDENAR EN EXCEL

- Un dato importante es identificar la profundidad que tiene el árbol, es decir cuántos niveles lo conforman, como sabemos el código de la ubicación contiene el número de niveles del árbol procederemos a reutilizar la información, esto lo haremos separando el código mediante el carácter especial que está contenido en ella.



GRAFICO 11 SEPARACIÓN DE DATOS

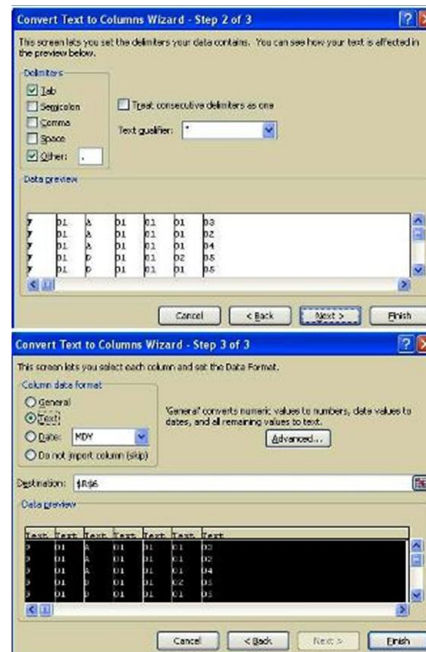


GRAFICO 11.1 SEPARACIÓN DE DATOS

Este proceso nos proporciona una tabla 8.3.1.1 completamente ordenada en todos los niveles del árbol.

3. La finalidad de los pasos anteriores es que podamos agrupar la información por sectores dando como resultado las ubicaciones que están en un mismo pasillo, de esta forma quedaran agrupados por línea, rack y bandeja, esto nos va a permitir establecer el orden de las ubicaciones según el tipo de manejo de inventario que se requiera.

Para poder agrupar la información correctamente, esta debe coincidir con la misma empresa, piso, área, línea, pasillo y lado del pasillo, en el caso que alguna de estas varié se la considera como un quiebre que debe generar otra agrupación (el elemento “prioridad” ha sido eliminado ya que es irrelevante en este proceso, solo es importante para la Unitarización).

CODIGO	EMPRESA	PISO	AREA	LÍNEA	RACK	BANDEJA	UBICACIÓN	PASILLO	LADO
F.01.A.01.01.01.03	F	01	A	01	01	01	03	1	IZQ
F.01.A.01.01.01.02	F	01	A	01	01	01	02	2	DER
F.01.A.01.01.01.04	F	01	A	01	01	01	04	2	DER
F.01.D.01.01.02.05	F	01	D	01	01	02	05	2	DER
F.01.D.01.01.01.05	F	01	D	01	01	01	05	3	DER
F.01.D.01.01.02.07	F	01	D	01	01	02	07	4	DER
F.01.E.01.01.02.08	F	01	E	01	01	02	08	1	DER
F.01.E.01.01.03.08	F	01	E	01	01	03	08	1	DER
F.01.E.01.01.04.08	F	01	E	01	01	04	08	1	IZQ
F.01.E.01.01.03.07	F	01	E	01	01	03	07	2	DER
F.01.E.01.02.03.07	F	01	E	01	02	03	07	2	DER

TABLA 8.3.1.1 NIVELES CONTENIDOS EN EL CODIGO DE UBICACIÓN

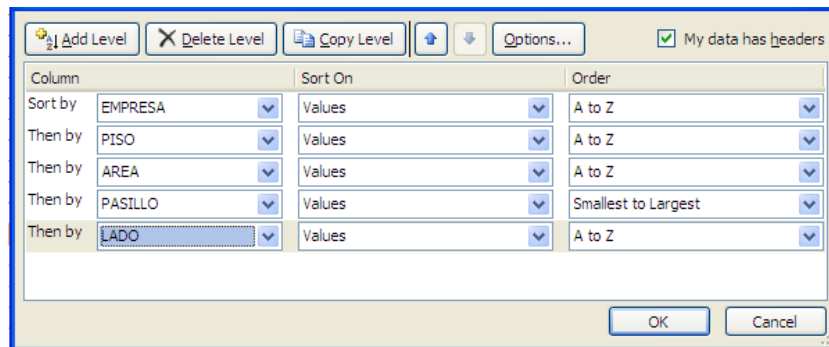


GRAFICO 12 SEPARACIÓN DE DATOS

CODIGO	EMPRESA	PISO	AREA	LÍNEA	RACK	BANDEJA	UBICACIÓN	PASILLO	LADO
F.01.A.01.01.01.03	F	01	A	01	01	01	03	1	IZQ
F.01.A.01.01.01.02	F	01	A	01	01	01	02	2	DER
F.01.A.01.01.01.04	F	01	A	01	01	01	04	2	DER
F.01.D.01.01.02.05	F	01	D	01	01	02	05	2	DER
F.01.D.01.01.01.05	F	01	D	01	01	01	05	3	DER
F.01.D.01.01.02.07	F	01	D	01	01	02	07	4	DER
F.01.E.01.01.02.08	F	01	E	01	01	02	08	1	DER
F.01.E.01.01.03.08	F	01	E	01	01	03	08	1	DER
F.01.E.01.01.04.08	F	01	E	01	01	04	08	1	IZD

F.01.E.01.01.03.07	F	01	E	01	01	03	07	2	DER
F.01.E.01.02.03.07	F	01	E	01	02	03	07	2	DER

TABLA 8.3.1.1 UBICACIONES AGRUPADAS POR AREA Y LADO

4. Aquí se ordenaran los niveles que hasta el momento no han sido considerados como LÍNEA, RACK y BANDEJA, tomaremos un grupo de la tabla y estas las separaremos en grupos de IZQUIERDA y DERECHA.

CODIGO	EMPRESA	PISO	AREA	LÍNEA	RACK	BANDEJA	UBICACIÓN	PASILLO	LADO
F.01.E.01.01.02.08	F	01	E	01	01	02	08	1	DER
F.01.E.01.01.03.08	F	01	E	01	01	03	08	1	DER
F.01.E.01.01.04.08	F	01	E	01	01	04	08	1	IZD

TABLA 8.3.1.1 UBICACIONES AGRUPADAS POR LÍNEA, RACK Y BANDEJA

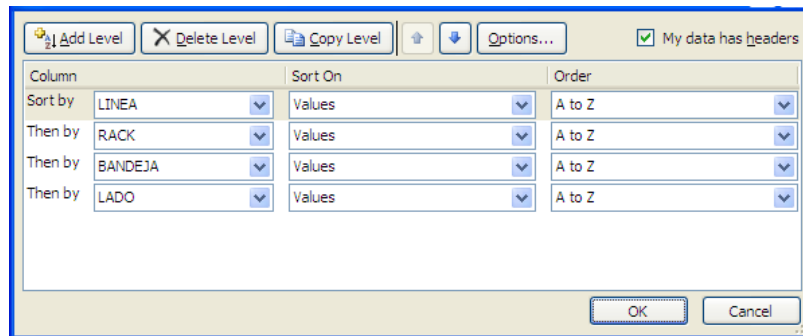


GRAFICO 13 SEPARACIÓN DE DATOS

Este proceso se debe aplicar a todos los subgrupos que se generaron en el paso 4, como se indicó en el comienzo todos estos pasos se aplicaran para un tipo específico de sistema de almacenamiento de la bodega descritos en la tabla 8.2, estos son considerados sistemas de una sola profundidad por lo que los pasos realizados hasta este punto son los requeridos para una correcta distribución dinámica.

Como resultado el proceso nos proporciona una nueva tabla re-adequado para hacer un recorrido de forma ordenada dentro de la bodega.

CODIGO	EMPRESA	PISO	AREA	LÍNEA	RACK	BANDEJA	UBICACIÓN	PASILLO	LADO
F.01.A.01.01.01.03	F	01	A	01	01	01	03	1	IZQ
F.01.A.01.01.01.02	F	01	A	01	01	01	02	2	DER
F.01.A.01.01.01.04	F	01	A	01	01	01	04	2	DER
F.01.D.01.01.02.05	F	01	D	01	01	02	05	2	DER
F.01.D.01.01.01.05	F	01	D	01	01	01	05	3	DER
F.01.D.01.01.02.07	F	01	D	01	01	02	07	4	DER
F.01.E.01.01.02.08	F	01	E	01	01	02	08	1	DER
F.01.E.01.01.03.08	F	01	E	01	01	03	08	1	DER
F.01.E.01.01.04.08	F	01	E	01	01	04	08	1	IZD
F.01.E.01.01.03.07	F	01	E	01	01	03	07	2	DER
F.01.E.01.02.03.07	F	01	E	01	02	03	07	2	DER

TABLA 8.3.1.1 TABLA ORDENADA PARA EL RECORRIDO

## CAPITULO V

### 5. COMPACTACIÓN DE BODEGA.

Los egresos de mercadería generados en la bodega provocan que las ubicaciones generen espacios libres, lo importante en una bodega es optimizar los espacios para un mejor aprovechamiento de la capacidad de la bodega.

Como las ubicaciones están creadas para contener objetos “en nuestro caso mercadería”, esto significa que una mercadería puede estar en diferentes ubicaciones, la *compactación* trata de unir mercadería dispersa en varias ubicaciones y transferirla a otra ubicación con la finalidad de optimizar el espacio libre entre ubicaciones de origen y destino. Al poder mejorar la eficiencia de las unidades de carga<sup>7</sup> estamos:

- I. **Mejorando los costos de almacenamiento de la bodega.**
- II. **Reducimos los procesos de traslado de los operadores al tratar de generar envíos de mercadería.**
- III. **Mejoramos la eficiencia de los tiempos de preparación de envíos.**
- IV. **Realizamos certificaciones del inventario en los traslados.**
- V. **Bajamos el índice de obsolescencia de la mercadería por pérdidas en la bodega.**

Existen dos variables que nos indicaran si una ubicación puede ser compactada con otra o no;

1. Porcentaje de Utilización, este nos indica si la ubicación está siendo utilizada completamente con relación al volumen que puede almacenar vs el producto almacenado en ella.
2. Porcentaje de libertad, al contrario de la anterior esta nos indica cuanto espacio libre hay en la ubicación vs el producto almacenado en ella.

El proceso puede tener diferentes alternativas de decisión en cuanto a los parámetros de combinación, a nivel de control de inventario un producto puede ser controlado con su caducidad, por el lote de producción, modelo de fabricación, proveedor, origen, productos del mismo género o clasificación, tipos de producto, fecha de ingreso de la mercadería, como nos daremos cuenta hay muchas variaciones para este proceso de control, por lo que para este proceso la variable de decisión que utilizaremos será que sea el mismo producto y máximo el mismo SKU por ubicación.

---

<sup>7</sup> UC unidades de carga, nombre que asigna a los elemento que contienen mercadería de forma estática o dinámica.



Otro elemento importante en la compactación es establecer el ámbito de ejecución con relación al ARBOL de UBICACIONES, como ya sabemos, el árbol está formado por una estructura <sup>8</sup>recursiva lo que significa que cada nivel es hijo de un elemento superior;

#	NIVELES DEL ARBOL
1	EMPRESA
2	BODEGA
3	PISO
4	AREA
5	LÍNEA
6	RACK
7	BANDEJA
8	UBICACIÓN

TABLA 9 NIVELES DEL ARBOL

Si revisamos cada elemento del árbol veremos que los niveles que tienen más información son: LÍNEA, ÁREA, PISO y EMPRESA, el nivel que usaremos como método de estudio será ÁREA.

Un elemento importante es el índice de rotación del producto con relación a las ubicaciones, la utilización que le daremos a este dato tiene semejanza con el proceso de Unitarización de mercadería en el cual se considera este indicador para seleccionar las ubicaciones.

## 5.1 PREPARACIÓN DE LOS DATOS

El sistema debe proporcionar una tabla de ubicaciones por cada producto (nivel máximo de compactación es ÁREA), esta lista de ubicaciones debe estar filtrada;

- Solo ubicaciones cuyo estado este en USO.
- No se debe considerar aquellos productos que aparezcan tan solo en una ubicación.
- Se excluyen aquellas ubicaciones donde el porcentaje de libertad es menor a 1.2
- Las ubicaciones que ingresan al proceso deben cambiar el estado a PROCESO para que otro proceso que este corriendo no la considere en sus cálculos.
- Establecer el tipo de empaque por el cual se realizara el cálculo de índices de ocupación y libertad.

Un dato importante que está contenido en la ubicación es el tipo de empaque del producto almacenado, mediante este podemos establecer el volumen ocupado por el producto en la ubicación.

SECUENCIAL UBICACIÓN PRODUCTO UNIDADES TIPO EMPAQUE

<sup>8</sup> La recursión permite definir un objeto (problemas, estructuras de datos) en términos de sí mismo. Casos típicos de estructuras de datos definidas de manera recursiva son los árboles y las listas ligadas.

100128	C.1.D.02.03.01.03	LX-300-II	227	MEDIANO
100215	C.1.D.03.02.03.03	LX-300-II	862	MEDIANO
100290	C.1.D.03.08.05.03	LX-300-II	809	MEDIANO
100380	C.1.D.04.02.07.03	LX-300-II	519	MEDIANO
100461	C.1.D.04.09.05.03	LX-300-II	897	MEDIANO
100536	C.1.D.04.15.07.03	LX-300-II	887	MEDIANO
100618	C.1.D.05.07.01.03	LX-300-II	989	MEDIANO
100705	C.1.D.05.13.07.03	LX-300-II	847	MEDIANO
100787	C.1.D.06.05.01.03	LX-300-II	720	MEDIANO
100874	C.1.D.06.11.07.03	LX-300-II	992	MEDIANO
100956	C.1.D.07.03.01.03	LX-300-II	771	MEDIANO
101043	C.1.D.07.09.07.03	LX-300-II	821	MEDIANO
101125	C.1.D.08.01.01.03	LX-300-II	902	MEDIANO
101206	C.1.D.08.07.03.03	LX-300-II	850	MEDIANO
101290	C.1.D.08.13.07.03	LX-300-II	611	MEDIANO
101554	C.1.G.01.02.03.07	LX-300-II	631	MEDIANO
101617	C.1.G.01.05.05.03	LX-300-II	967	MEDIANO
101682	C.1.G.02.03.05.07	LX-300-II	529	MEDIANO

TABLA 9.1 CONTENIDO POR UBICACIÓN CON PORCENTAJE DE LIBERTAD MAYOR 1.2 %

Puede existir la posibilidad que un producto tenga distintos tipos de empaques y estén almacenados en las ubicaciones, por lo cual también se deberá;

- Separar en sub listados las ubicaciones que tengan diferentes empaques.

## 5.2 CAPACIDAD DE ALMACENAJE EN LA UBICACIÓN.

La tabla5 contenida en el índice nos proporciona las dimensiones de las ubicaciones contenidas en la tabla9.1, el cubicaje de los diferentes empaques del producto en la tabla 6.2 nos permitirá calcular el índice de ocupación y libertad respectivamente, la tabla 6.3 indica el número de unidades representadas por empaque.

$i, j$ ; representa las dimensiones de la tabla 9.1 y 9.1.1.

$i = 1..n$  para tabla9.1 y tabla9.1.1

$j = \text{cajas, unidades}$  para la tabla 9.1.1

$$tabla9.1.1_{i,cajas} = \text{int} \left[ \frac{tabla9.1_{i,unidades}}{tabla6.3_{i,tipo\ de\ empaque_{unidades}}} \right]$$

$tabla9.1.1_{i,unidad}$

$$= tabla9.1_{i,unidades} - [tabla9.1.1_{i,cajas} * tabla6.3_{i,tipo\ de\ empaque_{unidades}}]$$

SECUENCIAL	UBICACIÓN	PRODUCTO	CAJAS	UNIDADES
100128	C.1.D.02.03.01.03	LX-300-II	18	11
100215	C.1.D.03.02.03.03	LX-300-II	71	10
100290	C.1.D.03.08.05.03	LX-300-II	67	5
100380	C.1.D.04.02.07.03	LX-300-II	43	3
100461	C.1.D.04.09.05.03	LX-300-II	74	9
100536	C.1.D.04.15.07.03	LX-300-II	73	11
100618	C.1.D.05.07.01.03	LX-300-II	82	5
100705	C.1.D.05.13.07.03	LX-300-II	70	7
100787	C.1.D.06.05.01.03	LX-300-II	60	0

100874	C.1.D.06.11.07.03	LX-300-II	82	8
100956	C.1.D.07.03.01.03	LX-300-II	64	3
101043	C.1.D.07.09.07.03	LX-300-II	68	5
101125	C.1.D.08.01.01.03	LX-300-II	75	2
101206	C.1.D.08.07.03.03	LX-300-II	70	10
101290	C.1.D.08.13.07.03	LX-300-II	50	11
101554	C.1.G.01.02.03.07	LX-300-II	52	7
101617	C.1.G.01.05.05.03	LX-300-II	80	7
101682	C.1.G.02.03.05.07	LX-300-II	44	1

TABLA 9.2 CALCULO DE CAJAS Y UNIDADES POR UBICACIÓN

Se localiza el tipo de empaque y cuantas unidades contiene en la tabla6.2, estas unidades se las dividen con las unidades de la tabla9.1 y como resultado obtenemos el número de cajas en la ubicación. El producto resultante entre el número de cajas y unidades por cajas restado del total de unidades en la ubicación dará el número de unidades sueltas en esa ubicación.

Se necesita establecer el número de empaques que caben dentro de la ubicación para lo cual utilizaremos el mismo sistema utilizado en la tabla7.2, de las combinaciones obtenidas elegiremos la que nos ayude a maximizar la cantidad de empaques en la ubicación. Este proceso debe hacerse por cada una de las ubicaciones contenidas en el listado. El valor obtenido será la “capacidad” de la ubicación en empaques del mismo tipo. Para consultar las medidas de cada ubicación ver tabla9.3 del anexo.

CODIGO	A	L	P	X
C.1.D.02.03.01.03	140	110	95	0
LX-300-II	15	20	25	0
OPCIÓN 1	9.00	5.00	3.00	0

OP1 TOTAL
135 EMP

CODIGO	A	L	P	X
C.1.D.02.03.01.03	140	110	95	0
LX-300-II	15	25	20	0
OPCIÓN 2	9.00	4.00	4.00	0

OP2 TOTAL
144 EMP

144 EMP

OP2 TOTAL	A	L	P	X
144 EMP	9	4	4	0

TABLA 9.4 OPCIONES DE CAPACIDAD DE VOLUMEN POR UBICACIÓN

### 5.3 ÍNDICE DE OCUPACIÓN Y LIBERTAD.

El índice de ocupación indica cuanto del espacio físico de la ubicación está siendo utilizado por la mercadería en cada una de las ubicaciones de la bodega y el índice de libertad nos indica cuanto del espacio físico de la ubicación no está siendo utilizado por la mercadería.

SECUENCIAL	UBICACIÓN	PRODUCTO	ALTURA	TENDIDO	CAPACIDA	UNIDADES x EMPAQUE	TOTAL UNIDADES
100128	C.1.D.02.03.01.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
100215	C.1.D.03.02.03.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
100290	C.1.D.03.08.05.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
100380	C.1.D.04.02.07.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
100461	C.1.D.04.09.05.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
100536	C.1.D.04.15.07.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
100618	C.1.D.05.07.01.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
100705	C.1.D.05.13.07.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
100787	C.1.D.06.05.01.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728

100874	C.1.D.06.11.07.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
100956	C.1.D.07.03.01.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
101043	C.1.D.07.09.07.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
101125	C.1.D.08.01.01.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
101206	C.1.D.08.07.03.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
101290	C.1.D.08.13.07.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
101554	C.1.G.01.02.03.07	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
101617	C.1.G.01.05.05.03	LX-300-II	9	16	144	12	1,728
101682	C.1.G.02.03.05.07	LX-300-II	9	16	144	12	1,728

TABLA 9.1.2 CAPACIDAD DE UNIDADES POR UBICACIÓN

El índice de libertad puede ser calculado con los niveles/tendidos que permite la ubicación y la cantidad de empaques que por <sup>9</sup>tendido permite la ubicación que multiplicado por las unidades del empaque nos dará el total real de unidades que puede contener la ubicación en relación a los empaque que se quiere almacenar o está almacenado en la ubicación.

Por cada ubicación tendremos que elegir la mejor opción de almacenaje para obtener el mejor aprovechamiento de la ubicación, en nuestro estudio los cálculos nos indica que la ubicación puede almacenar (en la tabla9.3) 144 empaques, para establecer el total de unidades que puede almacenar la ubicación debemos establecer cuál es la cantidad de unidades que contiene el empaque.

Es importante saber qué tipo de empaque (simple, medio, máster) esta almacenada en una ubicación para poder establecer la cantidad correcta de unidades que contiene la ubicación.

$$tabla9.5_{i,total\ unidades} = tabla9.3_{i,mejor\ opcion} * tabla6.3_{i,tipo\ de\ empaque_{unidades}}$$

$$tabla9.1.1_{i,ind\ ocupacion} = \frac{tabla9.1_{i,unidades}}{tabla9.5_{i,total\ unidades}}$$

$$tabla9.1.1_{i,ind\ libertad} = 1 - tabla9.1.1_{i,ind\ ocupacion}$$

SECUENCIAL	UBICACIÓN	PRODUCTO	UNIDADES	INDICE OCUPACIÓN	INDICE LIBERTAD	UNIDADES DIFERENCIA
100128	C.1.D.02.03.01.03	LX-300-II	227	13%	87%	1501
100215	C.1.D.03.02.03.03	LX-300-II	862	50%	50%	866
100290	C.1.D.03.08.05.03	LX-300-II	809	47%	53%	919
100380	C.1.D.04.02.07.03	LX-300-II	519	30%	70%	1209
100461	C.1.D.04.09.05.03	LX-300-II	897	52%	48%	831
100536	C.1.D.04.15.07.03	LX-300-II	887	51%	49%	841
100618	C.1.D.05.07.01.03	LX-300-II	989	57%	43%	739
100705	C.1.D.05.13.07.03	LX-300-II	847	49%	51%	881
100787	C.1.D.06.05.01.03	LX-300-II	720	42%	58%	1008
100874	C.1.D.06.11.07.03	LX-300-II	992	57%	43%	736
100956	C.1.D.07.03.01.03	LX-300-II	771	45%	55%	957
101043	C.1.D.07.09.07.03	LX-300-II	821	48%	52%	907
101125	C.1.D.08.01.01.03	LX-300-II	902	52%	48%	826
101206	C.1.D.08.07.03.03	LX-300-II	850	49%	51%	878

<sup>9</sup> Representa el número de empaques que permite por tendido la ubicación.

101290	C.1.D.08.13.07.03	LX-300-II	611	35%	65%	1117
101554	C.1.G.01.02.03.07	LX-300-II	631	37%	63%	1097
101617	C.1.G.01.05.05.03	LX-300-II	967	56%	44%	761
101682	C.1.G.02.03.05.07	LX-300-II	529	31%	69%	1199

TABLA 9.1.1 INDICE DE LIBERTAD Y OCUPACIÓN POR UBICACIÓN EN PORCENTAJE

Una vez que se ha obtenido y ordenado esta información se procede hacer la compactación de las ubicaciones según la mercadería contenida en ellas, se puede definir varios métodos sin embargo para esta explicación manejaremos dos;

1. El espacio libre de una ubicación origen se puede combinar con el stock de otra destino, si la cantidad contenida en origen es menor o igual al índice de libertad de la ubicación destino, ver tabla9.1.2.
2. La cantidad contenida en una ubicación origen puede ser combinada con otras destino, si la sumatoria de los índices de libertad en las ubicaciones destino es menor o igual a la cantidad contenida en la ubicación origen, ver tabla9.1.2.

A estas dos opciones le sumaremos la PRIORIDAD de la ubicación ya que este nos servirá para ordenar el listado de ubicaciones y comenzar por el primer elemento de la lista, sin embargo empezaremos por la ubicación que tenga el índice de libertad más alto hacia abajo

## 5.4 PROCESO.

Para esta explicación se debe tener homologadas las cantidades en la misma unidad de presentación, es decir el embalaje de la mercadería;

- La homologación considera que los valores deberán ser convertidos a UNIDADES, BLISTER o SET, para mayor información ver tabla10 del anexo.

### 5.4.1 MÉTODO 1.

El primer método nos propone hacer una búsqueda por capacidad, desde una ubicación origen hacia un destino, se debe considerar también;

1. Al menos existen 2 ubicaciones para el proceso de compactación, es decir que el producto no está en una solo ubicación.
2. El stock de una ubicación origen **puede ser contenida en otra destino si y solo si el índice ocupación origen es menor e igual a índice libertad destino** (en el grafico los valores en cada ubicación están representados con azul = el índice ocupación y con verde = el índice libertad).
3. La búsqueda comienza en orden con el primer elemento de la lista y se verifica;
  - a. Si la búsqueda actual cumple con el punto 1.
    - i. Se asigna o combina la ubicación origen con la ubicación destino (VER PUNTO 4).
      - Se elige el siguiente elemento de la lista y se regresa al punto "3"
      - Si el elemento actual es el último de la lista.

✓ Termina la búsqueda.

- b. Si la búsqueda actual no cumple con el punto 1.
  - i. Se elige el siguiente elemento de la lista y se regresa al punto “3”
  - ii. Si el elemento actual es el último de la lista.
    - Termina la búsqueda.
- 4. Cuando la condición 1 se cumple, la ubicación origen y la ubicación destino que cumplió con la condición son inactivadas/separadas de la lista para que la próxima búsqueda no las considere nuevamente, es decir se crea una nueva lista con los elemento que se han combinado.

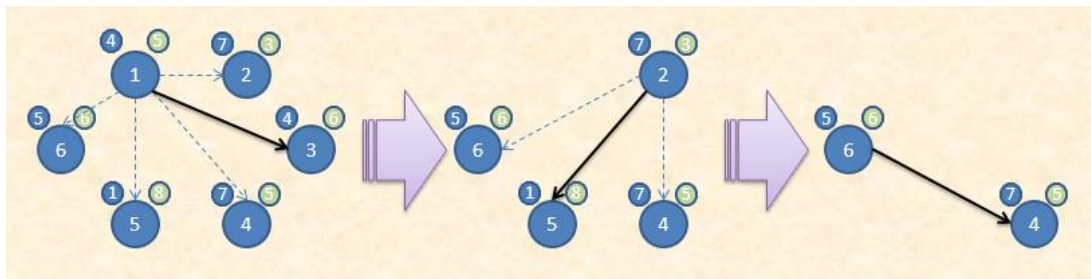


GRAFICO 14 PRIMER METODO PARA COMPACTACIÓN DE BODEGA

Otra manera de visualizar este proceso sería representar en las ubicaciones destino el índice de libertad y la ubicación origen el índice de ocupación;

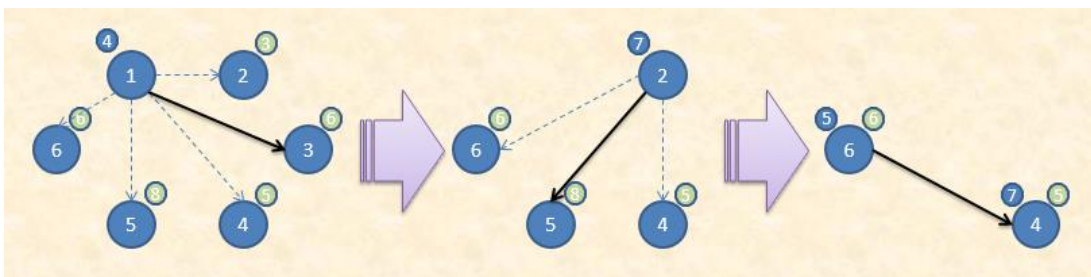


GRAFICO 15 PRIMER METODO PARA COMPACTACIÓN DE BODEGA

Para aplicar este proceso utilizaremos la tabla9.1.1 para generar la tabla9.1.2 según las especificaciones que necesitamos para nuestro proceso.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	LIBERTAD
1	C.1.D.02.03.01.03	227	1501
2	C.1.D.03.02.03.03	862	866
3	C.1.D.03.08.05.03	809	919
4	C.1.D.04.02.07.03	519	1209
5	C.1.D.04.09.05.03	897	831
6	C.1.D.04.15.07.03	887	841
7	C.1.D.05.07.01.03	989	739
8	C.1.D.05.13.07.03	847	881
9	C.1.D.06.05.01.03	720	1008
10	C.1.D.06.11.07.03	992	736
11	C.1.D.07.03.01.03	771	957
12	C.1.D.07.09.07.03	821	907
13	C.1.D.08.01.01.03	902	826

14	C.1.D.08.07.03.03	850	878
15	C.1.D.08.13.07.03	611	1117
16	C.1.G.01.02.03.07	631	1097
17	C.1.G.01.05.05.03	967	761
18	C.1.G.02.03.05.07	529	1199

TABLA 9.1.2 INDICE DE LIBERTAD Y OCUPACIÓN POR UBICACIÓN EN UNIDADES

El punto 1 nos indica, que debemos aplicar la condición de cavidad, con la primera ubicación que verifique que la condición es verdadera, el valor de origen será asignado y las ubicaciones serán separadas de la lista para realizar otra búsqueda.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	LIBERTAD
1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866
			TRUE	3	C.1.D.03.08.05.03	919
			TRUE	4	C.1.D.04.02.07.03	1209
			TRUE	5	C.1.D.04.09.05.03	831
			TRUE	6	C.1.D.04.15.07.03	841
			TRUE	7	C.1.D.05.07.01.03	739
			TRUE	8	C.1.D.05.13.07.03	881
			TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	1008
			TRUE	10	C.1.D.06.11.07.03	736
			TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	957
			TRUE	12	C.1.D.07.09.07.03	907
			TRUE	13	C.1.D.08.01.01.03	826
			TRUE	14	C.1.D.08.07.03.03	878
			TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	1117
			TRUE	16	C.1.G.01.02.03.07	1097
			TRUE	17	C.1.G.01.05.05.03	761
			TRUE	18	C.1.G.02.03.05.07	1199

Tabla 9.1.3 BUSQUEDA DE UBICACIONES A COMPACTAR

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866

TABLA 9.1.4 BUSQUEDA DE UBICACIONES A COMPACTAR

Después de la ejecución de varias iteraciones el resultado obtenido será el descrito en la tabla 9.1.4, para ver el proceso revisar el apéndice.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	LIBERTAD
14	C.1.D.08.07.03.03	850	FALSE	17	C.1.G.01.05.05.03	761

Tabla 9.1.3 BUSQUEDA DE UBICACIONES A COMPACTAR

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866
3	C.1.D.03.08.05.03	809	TRUE	4	C.1.D.04.02.07.03	1209
5	C.1.D.04.09.05.03	897	TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	1008
6	C.1.D.04.15.07.03	887	TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	957
7	C.1.D.05.07.01.03	989	TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	1117
8	C.1.D.05.13.07.03	847	TRUE	12	C.1.D.07.09.07.03	907
10	C.1.D.06.11.07.03	992	TRUE	16	C.1.G.01.02.03.07	1097
13	C.1.D.08.01.01.03	902	TRUE	18	C.1.G.02.03.05.07	1199

TABLA 9.1.4 UBICACIONES COMPACTADAS

### 5.4.2 MÉTODO 2.

Este método propone hacer una búsqueda por capacidad, desde una ubicación origen hacia otras destino, considerando que;

1. Al menos deben haber 2 ubicaciones para el proceso de compactación.
2. El stock de una ubicación destino y origen **pueden ser combinadas si y solo si índice libertad de destino es mayor e igual a índice ocupación origen** (en el grafico los valores en cada ubicación están representados con azul = el índice ocupación y con verde = el índice libertad).
3. La búsqueda comienza en orden con el primer elemento de la lista y termina cuando;
  - a. Si ubicación cumple con la condición 2, la ubicación origen será denominada "n" y las destino "m".
    - i. Se resta del índice de libertad de "m" el valor del índice de ocupación de la ubicación "n".
    - ii. La ubicación origen es desactivada para que la próxima búsqueda no las considere nuevamente.
    - iii. Se genera un nuevo índice libertad para la ubicación destino "m".
 
$$\text{indice libertad}_m = \text{indice libertad}_m - \text{indice ocupacion}_n$$
    - iv. Se continúa la búsqueda desde la ubicación n+1 de la lista.
    - v. La búsqueda termina si se ha llegado al final de la lista.
  - b. La búsqueda termina si ha llegado al final de la lista.
4. La búsqueda termina si ha llegado al final de la lista.

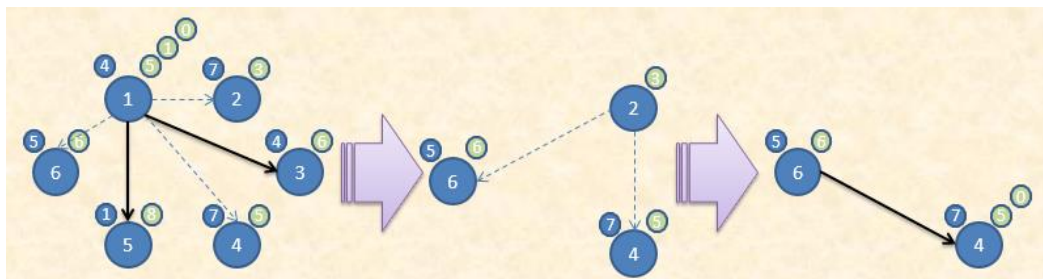


GRAFICO 16 SEGUNDO METODO PARA COMPACTACIÓN DE BODEGA

Al igual que el método 1 el método 2 también puede ser visualizado con el siguiente grafico

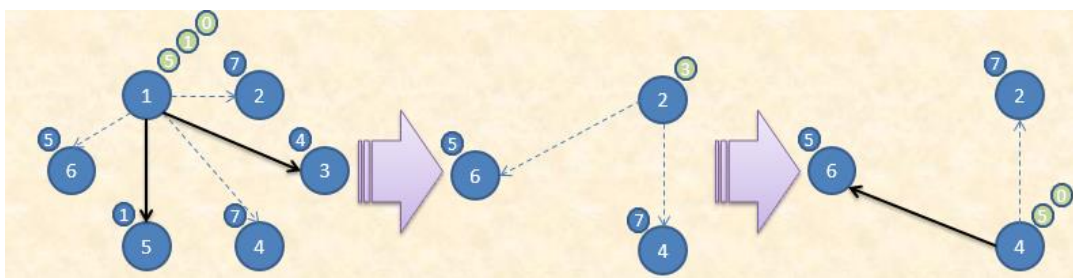


GRAFICO 17 SEGUNDO METODO PARA COMPACTACIÓN DE BODEGA

El seguir los pasos de este método con la tabla 9.1.2, procesaremos los siguientes datos.



No	UBICACIÓN	LIBERTAD	">="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	1501	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	862
		639	FALSE	3	C.1.D.03.08.05.03	809
		639	TRUE	4	C.1.D.04.02.07.03	519
		120	FALSE	5	C.1.D.04.09.05.03	897
		120	FALSE	6	C.1.D.04.15.07.03	887
		120	FALSE	7	C.1.D.05.07.01.03	989
		120	FALSE	8	C.1.D.05.13.07.03	847
		120	FALSE	9	C.1.D.06.05.01.03	720
		120	FALSE	10	C.1.D.06.11.07.03	992
		120	FALSE	11	C.1.D.07.03.01.03	771
		120	FALSE	12	C.1.D.07.09.07.03	821
		120	FALSE	13	C.1.D.08.01.01.03	902
		120	FALSE	14	C.1.D.08.07.03.03	850
		120	FALSE	15	C.1.D.08.13.07.03	611
		120	FALSE	16	C.1.G.01.02.03.07	631
		120	FALSE	17	C.1.G.01.05.05.03	967
		120	FALSE	18	C.1.G.02.03.05.07	529

Tabla 11.1.2 BUSQUEDA DE UBICACIONES A COMPACTAR

No	UBICACIÓN	LIBERTAD	">="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	1501	FALSE	2	C.1.D.03.02.03.03	862
				4		519

TABLA 11.1.3 BUSQUEDA DE UBICACIONES A COMPACTAR

Al final el proceso la tabla 11.1.3 nos indica las ubicaciones que se han podido combinar con otras.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	LIBERTAD
17	C.1.G.01.05.05.03	761	TRUE	17	C.1.G.01.05.05.03	967

TABLA 11.1.2 BUSQUEDA DE UBICACIONES A COMPACTAR

No	UBICACIÓN	LIBERTAD	">="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	1501	FALSE	2	C.1.D.03.02.03.03	862
				4	C.1.D.04.02.07.03	519
3	C.1.D.03.08.05.03	919	TRUE	5	C.1.D.04.09.05.03	897
6	C.1.D.04.15.07.03	841	TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	720
7	C.1.D.05.07.01.03	739	TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	611
8	C.1.D.05.13.07.03	881	TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	771
10	C.1.D.06.11.07.03	736	TRUE	16	C.1.G.01.02.03.07	631
12	C.1.D.07.09.07.03	907	TRUE	13	C.1.D.08.01.01.03	902
14	C.1.D.08.07.03.03	878	TRUE	18	C.1.G.02.03.05.07	529

TABLA 11.1.3 UBICACIONES COMPACTADAS

El método actual produce saldos en las ubicaciones destino "m" que se han combinado con otras "n", esto se debe a que cuando se genera una ubicación "m" se está creando un vector o listado "m" de menor tamaño que "n".

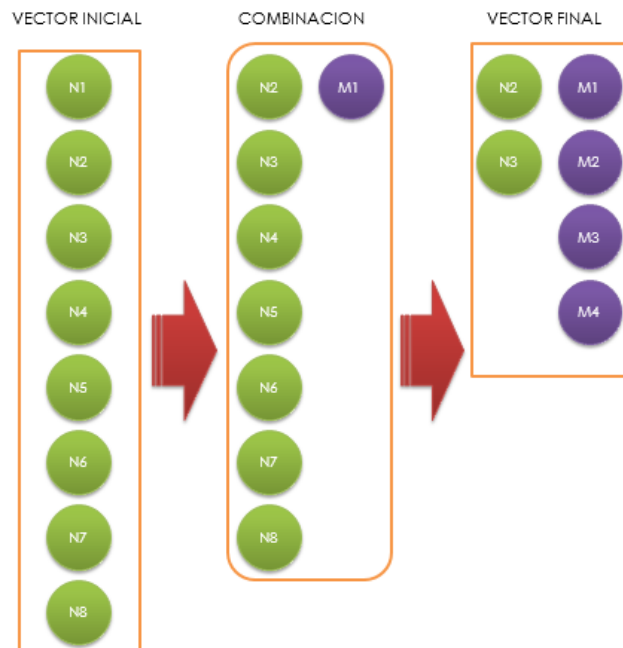


GRAFICO 18 GENERACIÓN DEL VECTOR "M"

Si nosotros procediéramos a combinar este vector "m" estaríamos desfragmentándolo nuevamente lo cual es un error, sin embargo en el caso que aun tengamos ubicaciones "n" es aconsejable desfragmentar estas ubicaciones "n" en el nuevo vector "m"

### 5.4.3 RESULTADO.

De ambos procesos se rescatar que;

- Las ubicaciones que se han combinado entre sí.
- Las cantidades que se deben enviar desde origen a destino, como resultado de la combinación
- El nuevo total de unidades en las ubicaciones destino.
- Los nuevos índices de ocupación y libertad de las ubicaciones.
- Que se ha mejorado el espacio de almacenamiento de cada ubicación.
- Se ha liberado espacio para nuevas entradas de mercadería.
- Se ha certificado de forma física el inventario de la mercadería.
- El método 2 vs método 1 es prolijo en función de las operaciones generadas.

## CAPITULO VI

### 6. CONCLUSIONES

Al realizar el estudio de los procesos descritos en este proyecto, se alinea a mejorar los procesos y costos logísticos de las bodegas que manejan un alto volumen de almacenamiento.

En los diferentes estudios se encontró que el principal problema es no haber definido un método ordenado de almacenamiento que después de haber sido controlado se puede percibir un mayor dinamismo de los operadores en cuanto a sus desenvolvimiento en la bodega, lo cual reduce el tiempo que dedicaban a diferentes actividades en un 40%. Esta optimización del tiempo redefinió las necesidades de personal de las empresas bajando el costo de la nómina o redefiniendo las actividades de los operarios en la bodega.

La propuesta de distribuir la mercadería por medio de procesos como Unitarización, Distribución Dinámica y Compactación de Bodega también reduce las actividades de los operadores y minimiza los costos operacionales, si los comparamos con la realidad los resultados serían.

	UNITARIZACION DE MERCADERIA	DISTRIBUCION DINAMICA	COMPACTACION DE BODEGA
CON	70%	45%	65%
SIN	100%	100%	100%

	UNITARIZACION DE MERCADERIA	DISTRIBUCION DINAMICA	COMPACTACION DE BODEGA	COSTO TOTALES
CON	9,450	7,875	9,750	27,075
SIN	13,500	17,500	15,000	46,000

Se puede visualizar una mejora de los costos al mejorar la trazabilidad de las operaciones, El lector podrá mediante los escenarios expuestos aplicar los algoritmos y pasos necesarios para verificar la relevancia e importancia de contar con los cálculos que en cada uno de los capítulos se enfatiza su aporte en la reducción económica de los costos y la mejora de los procesos estableciendo la normalización de los mismo.

## CAPITULO VII

### 7. RECOMENDACIONES.

Esta investigación muestra la importancia de sistematizar las operaciones de almacenamiento para bodegas o almacenes de empresas dedicadas a la importación y comercialización de mercaderías, contar con un Árbol de Ubicaciones de sistematización inicial ofrece un correcto control de trazabilidad tanto en entradas como salidas, se pueden complementar con políticas y procedimientos y establecer un responsable para verificar el cumplimiento.

Al mejorar los beneficios y los procesos del árbol se obtienen mejoras en todos los procesos de trazabilidad pero, si añadimos mejoras al árbol ampliamos su alcance de los procesos para lo cual se propone las siguientes recomendaciones:

- ❖ El proceso de almacenamiento necesita relacionarse con el (los) tipo(s) de mercadería, lo que implica crear diferentes tipos de ubicaciones para mercaderías específicas, de esta forma se amplía las capacidades del árbol y sus ubicaciones serán:
  - ❖ Ubicaciones normales, para mercaderías que pueden ser palletizadas dentro de los estándares internacionales como EURO o AMERICAN.
  - ❖ Ubicaciones tipo NIDO, que combina varias ubicaciones con la finalidad de almacenar mercadería de volumen superior al estándar.
  - ❖ Ubicaciones tipo BULK de volumen infinito y no necesariamente palletizadas.
  
- ❖ Existe la posibilidad de clasificar las ubicaciones, las que sirven para los procesos de picking y las que sirven para el almacenaje, de tal forma que los procesos de salida mercadería siempre seleccionaran aquellas que se definidas para picking, esta clasificación requiere ser complementada del REPLANEAMIENTO.
  
- ❖ Existe un método llamado Replaneamiento o REPLANISHMENT, que redefine las cantidades que se necesitan del picking y genera procesos de aprovisionamiento a las ubicaciones desde almacenaje, de esta forma se minimiza el desorden dentro de las operaciones de la bodega al no tener empaques abiertos.
  
- ❖ Se recomienda el uso de equipos móviles como pockets para obtener los tiempos y movimientos de los operadores y así establecer los indicadores que ayuden al centro logístico o bodega a mejorar las operaciones logísticas.

Estas recomendaciones pueden ser de gran ayuda en el caso que la empresa tome la decisión de aplicar alguno de los métodos propuestos y obtengas las ventajas al mejorar el proceso logístico interno.

## CAPITULO VIII

### 8. BIBLIOGRAFIA

- I. MIKEL MAULEON - GESTION DE STOCK
  - ❖ EDITORIAL: DIAZ DE SANTOS
  - ❖ 2008
  - ❖ ISBN : 9788479788728
  
- II. INTEGRA
  - ❖ [SISTEMAS ALMACENAMIENTO EN RACKS](#)
  
- III. XIN-SHE YANG - CAMBRIDGE INTERNATIONAL SCIENCE PUBLISHING
  - ❖ INTRODUCTION TO MATHEMATICAL OPTIMIZATION
  
- IV. ERNST F. BOLTEN - MANAGING TIME AND SPACE IN THE MODERN WAREHOUSE:  
WITH READY-TO-USE FORMS, CHECKLISTS, & DOCUMENTATION
  - ❖ EDITORIAL: AMACOM.
  - ❖ 1997
  - ❖ PRINTING NUMBER 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
  
- II. QUANTUM SOFTWARE SA. – QGUAR WMS PRO 5.5 -

## CAPITULO IX

### 9. ANEXOS

CLASIFICACIÓN	INFERIOR	SUPERIOR
A	0.30	1.00
B	0.10	0.30
C	0.00	0.10

Tabla 2

PRODUCTO	VENTA UNIDADES	FACTURAS
		REALIZADAS
ROLDA GEL TRADIC BLANCO 50 GR	147517	297
DUO 01 NEGRO AZULADO	115726	90
ROLDA GEL FIJADOR MORADO 120 GR	113580	388
ROLDA GEL FIJADOR ROJO 120 GR	107743	79
PRAKTI AMPOLLA PLACENTA	99966	285
COLOR PLUS AMPOLLA ESSENZA D LINO	38691	470
ROLDA CHOCOLATE	38682	7
ROLDA GEL TRADIC AZUL 50GR	36330	224
PRAKTI AMPOLLA OLEO ESENCIAL	28710	326
ROLDA GEL FIJADOR AZUL 500 GR	25687	318
ROLDA GEL FIJADOR AZUL 250 GR	25276	216
COLOR PLUS AMPOLLA ACTIVAL PH4	25062	77
ROLDA GEL K-K GUM ORANGE BOOM 250gr	23788	3
PRAKTI AMPOLLA LOCIÓN AL MIDOLLO LIVING	21295	129
ROLDA GEL AZUL 50GR	20158	8
ROLDA GEL POWER FIX 250 GR	15923	8
POLVO DECOLORANTE DUO DECOLOR	14163	492
ROLDA YOGURT TRAT.	13283	28
	911580	3445

TABLA 2

Tabla 2.1

#### CLASIFICACIÓN SEGUN EL PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN POR VENTAS

PRODUCTO	VENTA UNIDADES	PORCENTAJE	FRECUENCIA	CLASIFICACIÓN
		PARTICIPACIÓN	ACUMULADA	FRECUENCIA
ROLDA GEL TRADIC BLANCO 50 GR	147517	16.18%	16%	B
DUO 01 NEGRO AZULADO	115726	12.70%	29%	B
ROLDA GEL FIJADOR MORADO 120 GR	113580	12.46%	41%	A
ROLDA GEL FIJADOR ROJO 120 GR	107743	11.82%	53%	A
PRAKTI AMPOLLA PLACENTA	99966	10.97%	64%	A
COLOR PLUS AMPOLLA ESSENZA D LINO	38691	4.24%	68%	A
ROLDA CHOCOLATE	38682	4.24%	73%	A
ROLDA GEL TRADIC AZUL 50GR	36330	3.99%	77%	A
PRAKTI AMPOLLA OLEO ESENCIAL	28710	3.15%	80%	A
ROLDA GEL FIJADOR AZUL 500 GR	25687	2.82%	83%	A
ROLDA GEL FIJADOR AZUL 250 GR	25276	2.77%	85%	A
COLOR PLUS AMPOLLA ACTIVAL PH4	25062	2.75%	88%	A
ROLDA GEL K-K GUM ORANGE BOOM 250gr	23788	2.61%	91%	A

PRAKTI AMPOLLA LOCIÓN AL MIDOLLO LIVING	21295	2.34%	93%	A
ROLDA GEL AZUL 50GR	20158	2.21%	95%	A
ROLDA GEL POWER FIX 250 GR	15923	1.75%	97%	A
POLVO DECOLORANTE DUO DECOLOR	14163	1.55%	99%	A
ROLDA YOGURT TRAT.	13283	1.46%	100%	A

**911580**

**TABLA 2.1**

Tabla 2.2

**CLASIFICACIÓN SEGUN EL PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN POR FACTURACIÓN**

PRODUCTO	# DE VECES FACTURADO	PORCENTAJE	FRECUENCIA	CLASIFICACIÓN
		PARTICIPACIÓN	ACUMULADA	FRECUENCIA
ROLDA GEL K-K GUM ORANGE BOOM 250gr	3	0%	0%	C
ROLDA CHOCOLATE	7	0%	0%	C
ROLDA GEL AZUL 50GR	8	0%	1%	C
ROLDA GEL POWER FIX 250 GR	8	0%	1%	C
ROLDA YOGURT TRAT.	28	1%	2%	C
COLOR PLUS AMPOLLA ACTIVAL PH4	77	2%	4%	C
ROLDA GEL FIJADOR ROJO 120 GR	79	2%	6%	C
DUO 01 NEGRO AZULADO	90	3%	9%	C
PRAKTI AMPOLLA LOCIÓN AL MIDOLLO LIVING	129	4%	12%	B
ROLDA GEL FIJADOR AZUL 250 GR	216	6%	19%	B
ROLDA GEL TRADIC AZUL 50GR	224	7%	25%	B
PRAKTI AMPOLLA PLACENTA	285	8%	33%	A
ROLDA GEL TRADIC BLANCO 50 GR	297	9%	42%	A
ROLDA GEL FIJADOR AZUL 500 GR	318	9%	51%	A
PRAKTI AMPOLLA OLEO ESENCIAL	326	9%	61%	A
ROLDA GEL FIJADOR MORADO 120 GR	388	11%	72%	A
COLOR PLUS AMPOLLA ESSENZA D LINO	470	14%	86%	A
POLVO DECOLORANTE DUO DECOLOR	492	14%	100%	A

**3445**

**TABLA 2.2**

Tabla 2.3

RESUMEN	CANTIDAD DE	CANTIDAD DE
	PRODUCTOS	PRODUCTOS
	TABLA 2.1	TABLA 2.2
A	16	7
B	2	3
C	0	8

**TABLA 2.3**

Tabla 4

	PROFUNDIDAD	ANCHO	ALTURA	DESPERDICIO
LÍNEA	NO	NO	NO	NO
RACK	SI	NO	SI	SI
BANDEJA	HEREDA	SI	CALCULADO	SI
UBICACIÓN	HEREDA	CALCULADO	HEREDA	NO

**TABLA 4**

Tabla 9.3

SECUENCIAL	UBICACIÓN	LARGO	ALTO	PROFUNDIDA
100128	C.1.D.02.03.01.03	110	140	110
100215	C.1.D.03.02.03.03	110	140	110

100290	C.1.D.03.08.05.03	110	140	110
100380	C.1.D.04.02.07.03	110	140	110
100461	C.1.D.04.09.05.03	110	140	110
100536	C.1.D.04.15.07.03	110	140	110
100618	C.1.D.05.07.01.03	110	140	110
100705	C.1.D.05.13.07.03	110	140	110
100787	C.1.D.06.05.01.03	110	140	110
100874	C.1.D.06.11.07.03	110	140	110
100956	C.1.D.07.03.01.03	110	140	110
101043	C.1.D.07.09.07.03	110	140	110
101125	C.1.D.08.01.01.03	110	140	110
101206	C.1.D.08.07.03.03	110	140	110
101290	C.1.D.08.13.07.03	110	140	110
101554	C.1.G.01.02.03.07	110	140	110
101617	C.1.G.01.05.05.03	110	140	110
101682	C.1.G.02.03.05.07	110	140	110

Tabla 9.2

Tabla 10

**TIPOS DE PRESENTACIONES**

SHORT NAME	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
BLI	BLISTER	DEPENDIENTE
CAJA X 10	CAJA	10
CAJA X 100	CAJA	100
CAJA X 12	CAJA	12
CAJA X 20	CAJA	20
CAJA X 5	CAJA	5
DOC	DOCENA	DEPENDIENTE
DOCPAR	PAR DOCENA	2
FDA	FUNDA	DEPENDIENTE
FDA10	FUNDA	10
FDA100	FUNDA	100
FDA12	FUNDA	12
FDA20	FUNDA	20
FDA25	FUNDA	25
PAQ	PAQUETE	DEPENDIENTE
PAQX24	PAQUETE	24
PAQX36	PAQUETE	36
PAQX4	PAQUETE	4
PAR	PARES	DEPENDIENTE
RLL	ROLLO	DEPENDIENTE
RLLX500	ROLLO	500
RLLX17	ROLLO	17
SET	SET	DEPENDIENTE
UND	UNIDAD	1

TABLA10



## Proceso de Compactación Método 1.

### Iteración 1.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	LIBERTAD
1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866
			TRUE	3	C.1.D.03.08.05.03	919
			TRUE	4	C.1.D.04.02.07.03	1209
			TRUE	5	C.1.D.04.09.05.03	831
			TRUE	6	C.1.D.04.15.07.03	841
			TRUE	7	C.1.D.05.07.01.03	739
			TRUE	8	C.1.D.05.13.07.03	881
			TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	1008
			TRUE	10	C.1.D.06.11.07.03	736
			TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	957
			TRUE	12	C.1.D.07.09.07.03	907
			TRUE	13	C.1.D.08.01.01.03	826
			TRUE	14	C.1.D.08.07.03.03	878
			TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	1117
			TRUE	16	C.1.G.01.02.03.07	1097
			TRUE	17	C.1.G.01.05.05.03	761
			TRUE	18	C.1.G.02.03.05.07	1199

Tabla 9.1.3

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866

Tabla 9.1.4

### Iteración 2.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	LIBERTAD
5	C.1.D.04.09.05.03	897	FALSE	6	C.1.D.04.15.07.03	841
			FALSE	7	C.1.D.05.07.01.03	739
			FALSE	8	C.1.D.05.13.07.03	881
			TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	1008
			FALSE	10	C.1.D.06.11.07.03	736
			TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	957
			TRUE	12	C.1.D.07.09.07.03	907
			FALSE	13	C.1.D.08.01.01.03	826
			FALSE	14	C.1.D.08.07.03.03	878
			TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	1117
			TRUE	16	C.1.G.01.02.03.07	1097
			FALSE	17	C.1.G.01.05.05.03	761
			TRUE	18	C.1.G.02.03.05.07	1199

Tabla 9.1.3

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
----	-----------	-----------	------	----	-----------	-----------

1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866
3	C.1.D.03.08.05.03	809	TRUE	4	C.1.D.04.02.07.03	1209
5	C.1.D.04.09.05.03	897	TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	1008

Tabla 9.1.4

Iteración 3.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	LIBERTAD
6	C.1.D.04.15.07.03	887	FALSE	7	C.1.D.05.07.01.03	739
			FALSE	8	C.1.D.05.13.07.03	881
			FALSE	10	C.1.D.06.11.07.03	736
			TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	957
			TRUE	12	C.1.D.07.09.07.03	907
			FALSE	13	C.1.D.08.01.01.03	826
			FALSE	14	C.1.D.08.07.03.03	878
			TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	1117
			TRUE	16	C.1.G.01.02.03.07	1097
			FALSE	17	C.1.G.01.05.05.03	761
			TRUE	18	C.1.G.02.03.05.07	1199

Tabla 9.1.3

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866
3	C.1.D.03.08.05.03	809	TRUE	4	C.1.D.04.02.07.03	1209
5	C.1.D.04.09.05.03	897	TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	1008
6	C.1.D.04.15.07.03	887	TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	957

Tabla 9.1.4

Iteración 4.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	LIBERTAD
7	C.1.D.05.07.01.03	989	FALSE	8	C.1.D.05.13.07.03	881
			FALSE	10	C.1.D.06.11.07.03	736
			FALSE	12	C.1.D.07.09.07.03	907
			FALSE	13	C.1.D.08.01.01.03	826
			FALSE	14	C.1.D.08.07.03.03	878
			TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	1117
			TRUE	16	C.1.G.01.02.03.07	1097
			FALSE	17	C.1.G.01.05.05.03	761
			TRUE	18	C.1.G.02.03.05.07	1199

Tabla 9.1.3

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866
3	C.1.D.03.08.05.03	809	TRUE	4	C.1.D.04.02.07.03	1209
5	C.1.D.04.09.05.03	897	TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	1008
6	C.1.D.04.15.07.03	887	TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	957
7	C.1.D.05.07.01.03	989	TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	1117

Tabla 9.1.4

Iteración 5.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	LIBERTAD
8	C.1.D.05.13.07.03	847	FALSE	10	C.1.D.06.11.07.03	736
			TRUE	12	C.1.D.07.09.07.03	907
			FALSE	13	C.1.D.08.01.01.03	826
			TRUE	14	C.1.D.08.07.03.03	878
			TRUE	16	C.1.G.01.02.03.07	1097
			FALSE	17	C.1.G.01.05.05.03	761
			TRUE	18	C.1.G.02.03.05.07	1199

Tabla 9.1.3

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866
3	C.1.D.03.08.05.03	809	TRUE	4	C.1.D.04.02.07.03	1209
5	C.1.D.04.09.05.03	897	TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	1008
6	C.1.D.04.15.07.03	887	TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	957
7	C.1.D.05.07.01.03	989	TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	1117
8	C.1.D.05.13.07.03	847		12	C.1.D.07.09.07.03	907

Tabla 9.1.4

Iteración n.

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	LIBERTAD
14	C.1.D.08.07.03.03	850	FALSE	17	C.1.G.01.05.05.03	761

Tabla 9.1.3

No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN	"<="	No	UBICACIÓN	OCUPACIÓN
1	C.1.D.02.03.01.03	227	TRUE	2	C.1.D.03.02.03.03	866
3	C.1.D.03.08.05.03	809	TRUE	4	C.1.D.04.02.07.03	1209
5	C.1.D.04.09.05.03	897	TRUE	9	C.1.D.06.05.01.03	1008
6	C.1.D.04.15.07.03	887	TRUE	11	C.1.D.07.03.01.03	957
7	C.1.D.05.07.01.03	989	TRUE	15	C.1.D.08.13.07.03	1117
8	C.1.D.05.13.07.03	847	TRUE	12	C.1.D.07.09.07.03	907
10	C.1.D.06.11.07.03	992	TRUE	16	C.1.G.01.02.03.07	1097
13	C.1.D.08.01.01.03	902	TRUE	18	C.1.G.02.03.05.07	1199

Tabla 9.1.4