

# Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución

Application of Distribution Plants methodologies for setting up a Distribution Center.

Heidy Mejia A<sup>1</sup>., María Jimena Wilches A<sup>2</sup>., Marjorie Galofre V<sup>3</sup>., Yennys Montenegro<sup>4</sup>.

*Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia*

hmejia@uac.edu.co

mwilches@uac.edu.co

mgalofre@uac.edu.co

yennyselena@hotmail.com

**Resumen**— La distribución en planta se refiere a la organización física de los factores y elementos que participan en el proceso productivo de la empresa y a la determinación de espacios y ubicación de sus distintas secciones. En este caso se pretende determinar la distribución más adecuada para el área de almacenamiento en un centro de distribución, teniendo en cuenta las características especiales de los productos que allí se almacenan. Se implementaron la metodología SLP y la heurística de CORELAP para definir la configuración más adecuada de esta sección de acuerdo con las condiciones establecidas en la normatividad.

**Palabras clave**— CORELAP, Almacenamiento, Centro de distribución, Distribución en Planta, Localización de instalaciones, SLP.

**Abstract**— The layout refers to the physical organization of the factors and elements involved in the production process of the company and the determination of spaces and locations of its various sections. In this case seeks to determine the most appropriate distribution to the storage area into a center of distribution, taking into account the special characteristics of the products stored there. SLP methodology was implemented and CORELAP heuristics to define the most appropriate configuration of this section in accordance with the conditions laid down in regulations.

**Key Word** — CORELAP, Warehousing, Distribution center, Facility layout, facility planning, SLP.

recepción de productos, almacenamiento, consolidación de pedido y despacho. La recepción tiene como objeto recibir los productos de los proveedores, estos se almacenan en estibas y su función es abastecer a la sección de almacenamiento. En la sección de consolidación de pedido y despacho se unifican los productos de un mismo pedido para ser enviados a los clientes.

La sección de almacenamiento tiene a su disposición estantería necesaria y adecuada para la organización de los productos, los cuales deben estar disponibles en dicha sección para que el proceso de despacho de pedidos, se lleve a cabo de manera óptima. Inicialmente esta sección se encontraba dividida por proveedores, es decir cada proveedor tenía el espacio para sus productos; lo que ocasionaba riesgo de contaminación y daño de los mismos, de igual manera detrimento en la salud del personal manipulador de estos productos. Lo anteriormente mencionado conlleva a la presencia de no conformidades debido al incumplimiento de lo dispuesto en la Resolución 1403 de 2007, la cual determina el Modelo de Gestión del Servicio Farmacéutico, así como las Condiciones Esenciales y Procedimientos y el Decreto 2200 de 2005 reglamenta el servicio farmacéutico.

En esta investigación los productos de agruparon por familias teniendo en cuenta sus características físicas y químicas en el marco de lo establecido en la legislación vigente. Se implementaron la metodología SLP y la heurística de CORELAP para determinar la distribución más adecuada de la sección de almacenamiento del centro de distribución que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad.

## I. INTRODUCCIÓN

El centro de distribución tiene como función principal la administración de productos farmacéuticos y afines, así como el control de los despachos a los distintos puntos de ventas. El área física de la bodega consta de tres secciones:

## II. CONTENIDO

Un centro de distribución (CEDI) es el lugar donde se realizan funciones complejas como recepción, despacho, clasificación e identificación de mercancías e, incluso, operaciones de ensamble

<sup>1</sup> Ingeniero Industrial, M. Sc.

<sup>2</sup> Ingeniero Industrial, M. Sc.

<sup>3</sup> Ingeniero Industrial, M. Sc.

<sup>4</sup> Estudiante de Ingeniería Industrial.

y empaque [1]. Aunque el almacenamiento permanente no es su función principal, juega un papel fundamental en la conservación del producto, teniendo en cuenta su manipulación, para la posterior consolidación de los pedidos.

De igual forma, el objetivo de la distribución física de un almacén hace referencia al balance entre los costos asociados tanto en el manejo como del espacio [2]; siendo el mayor reto para la administración de la empresa encontrar la alternativa que proporcione mayor utilización para el costo dado.

#### A. DISTRIBUCION EN PLANTA

La distribución en planta se refiere a la organización física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución de los espacios y determinación de la ubicación de los distintos departamentos que hacen parte de la planta.

Para determinar una adecuada distribución es importante tener en cuenta la variedad de productos o servicios que se ofrecen, las operaciones que se requieren para su producción y las estaciones de trabajo, de tal manera que la configuración de estos factores permita asegurar un flujo continuo y óptimo que tenga en cuenta los espacios necesarios para los equipos de trabajo, operarios, el manejo de material y almacenamiento del mismo.

Una buena distribución de las áreas de trabajo pretende aumentar la eficiencia de las operaciones, aumentar la producción, reducir costos, favorecer los métodos de trabajo, garantizar la seguridad y salud de los operarios y por tanto lograr un mejor desempeño de las labores. [3]

De acuerdo con Sule [4], una distribución eficiente también puede contribuir a la reducción en los ciclos de producción, tiempos muertos, trabajo en proceso, número de cuellos de botella o tiempos de manejo de material y al incremento de la producción.

#### B. EL PROBLEMA DE DISTRIBUCION EN PLANTA

El problema de localización y distribución de las instalaciones tiene que ver con encontrar el diseño más eficiente de un número determinado de áreas con distintos requerimientos de espacio dentro de las plantas, con el fin de asegurar el éxito de las operaciones que allí se desempeñen. La principal razón es que los costos de manejo de materiales comprenden entre el 30 y el 75% de los costos totales de manufactura [5].

Este problema se caracteriza porque las posibles soluciones crecen en forma combinatoria a medida que aumentan el número de áreas o departamentos que se requieren ubicar, por lo cual se hace necesario el uso de heurísticas que proporcionen soluciones de calidad.

En este artículo se establecerá una analogía entre esta problemática y la configuración de las estanterías de un centro de distribución de distintos tipos de productos, teniendo en cuenta las características especiales de los mismos.

Existen modelos de solución aplicables en función de las características particulares y de los objetivos del problema de distribución de instalaciones. Entre estos se destacan el CORELAP, SLP, ALDEP y CRAFT.

### C. HEURISTICAS DE DISTRIBUCIÓN

#### 1. CRAFT

Este modelo presentado por Armour y Buffa en 1963 [6], inicia con la determinación de los costos de las instalaciones y la determinación del centroide de cada una de las áreas, luego evalúan todas las posibles ubicaciones de las áreas que pueden ser adyacentes entre si o ser del mismo departamento. La configuración de las áreas que resulte de menor costo es la elegida. Este procedimiento se repite hasta cuando no existe una combinación de ubicaciones que resulte de menor costo que la actual. Esta técnica puede manejar solo cuarenta instalaciones y funciona mejor cuando las áreas de las instalaciones son de áreas disimiles. [7]

#### 2. CORELAP

Una técnica tradicional utilizada en la construcción de distribuciones es el “Computarized Relationship Layout Planning” CORELAP [8], el cual fue desarrollado en 1967, siendo uno de los pioneros en el campo de la distribución asistida por computador. En ésta metodología se ubican los departamentos de acuerdo con la calificación de cercanía total representada en trayectoria rectilínea, siendo el de mayor relación de cercanía situado en el centro de la disposición y como regla de desempate siempre se selecciona el departamento de área más grande.

#### 3. ALDEP

Una técnica tradicional utilizada en la construcción de distribuciones es el “Automated Layout Design Program” ALDEP [9], el cual fue desarrollado en 1967, siendo uno de los pioneros en el campo de la distribución asistida por computador, luego del CORELAP.

El ALDEP utiliza la aleatorización para seleccionar los departamentos a ubicar y realizar desempates.

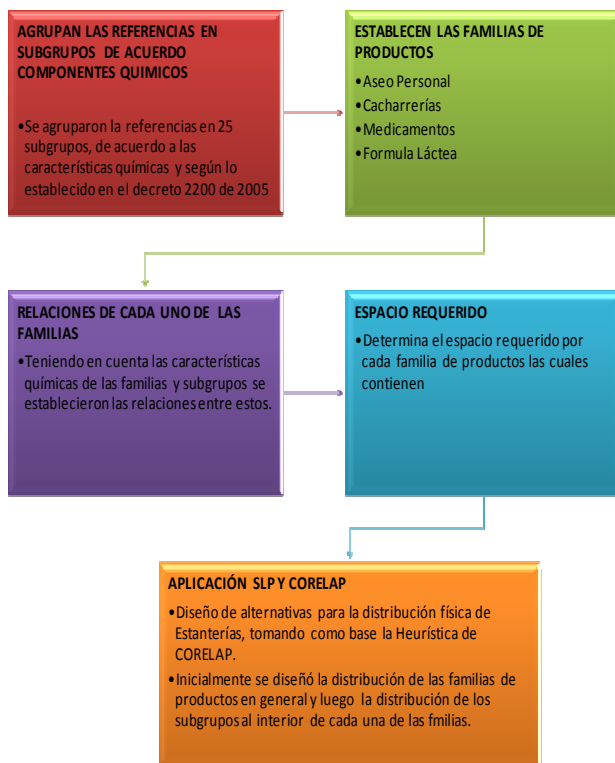
### D. METODO SLP

El método propuesto por Muther [10], conocido como *Systematic Layout Problem* (SLP), se compone por tres etapas (análisis, búsqueda y solución). En la primera etapa, previa formulación del problema, se realiza el estudio de los flujos productivos determinantes para la distribución (flujo de

materiales, información, operadores, etc.) y se desarrolla una matriz de relaciones en la que se asigna por pares de instalaciones una etiqueta de acuerdo con la razón de cercanía que refleja la mayor o menor necesidad de situar próximas las secciones de dicho par. Las relaciones de cercanía se representan en el diagrama con los valores de A, E, I, O, U, X, que para cada par de instalaciones significan absolutamente necesario, especialmente importante, importante, indiferente, no importante e indeseable, respectivamente. Seguidamente se realiza una primera aproximación de la distribución satisfaciendo en la medida de lo posible los requerimientos definidos en la matriz de relación. En la segunda etapa, se elabora el diagrama de relaciones espaciales detallando la geometría de cada área e incluyendo los pasillos y requerimientos técnicos. Por último, en la etapa de solución se evalúan cada una de las posibles soluciones encontradas en la etapa anterior, según algún criterio optimizador, y se define la solución final.

**E. METODOLOGÍA**

La investigación se desarrollo teniendo en cuenta la metodología planteada en la figura 1.



**Figura 1. Metodología para la distribución física de las estanterías en el centro de distribución**

Se inició agrupando las referencias de productos en 25 subgrupos de acuerdo a su composición y teniendo en

cuenta la reglamentación vigente, el resultado de esta configuración se puede observar en la Tabla 1.

FAMILIA	SUBGRUPO FAMILIAR	NUMERO DE REFERENCIAS	TOTAL
ASEO PERSONAL	PRODUCTOS PARA AFEITAR	28	1648
	TINTES	241	
	SHAMPOOS	367	
	TALCOS	38	
	CREMAS CORPORALES	337	
	JABONES MEDICADOS	28	
	JABONES	156	
	PROTECTORES SOLARES	66	
	DESODORANTES	344	
GEL	43		
CACHARRERIAS	CACHARRERIA	199	770
	MAQUINAS DE AFEITAR	10	
	ENJUAGUES	50	
	CREMA DENTAL	62	
	CUIDADO DENTAL	116	
	PAÑALES Y PROTECTORES	274	
	PRESERVATIVO	59	
MEDICAMENTOS	DROGAS ESPECIALIZADA TIPO 1	137	4157
	SUEROS	80	
	PASTILLERIA PEQUEÑA	2203	
	JARABES	717	
	DROGAS ESPECIALIZADA TIPO 4	262	
	PASTILLERIA GRANDE	446	
	DROGAS ESPECIALIZADA TIPO 2	218	
	DROGAS ESPECIALIZADA TIPO 3	94	
FORMULAS LACTEAS	LECHES	165	165
<b>TOTAL</b>			<b>6740</b>

**Tabla 1. Total de subgrupos y familias de productos.**

Se establecieron las relaciones entre las familias de producto y luego aquellas correspondientes a los subgrupos de dichas familias, basado en esta información se construyeron los diagramas de relaciones, los cuales se muestran a continuación.

Aseo Personal	1	A	X	X
Chatarrerías	2	A		O
Medicamentos	3	A		
Formulas Lacteas	4			

**Tabla 2. Diagrama de relación entre las familias de producto.**

ASEO PERSONAL	PRODUCTOS PARA AFEITAR	a	A	E	U	U	U	U	U	O	E			
	TINTES		b	A	E	U	U	U	U	U	U			
	SHAMPOOS			c	A	E	E	E	O	U	U			
	TALCOS				d	A	E	E	O	O	U			
	CREMAS CORPORALES						e	A	E	O	E			
	JABONES MEDICADOS								f	A	E			
	JABONES										g	A		
	PROTECTORES SOLARES											h	A	
	DESODORANTES												i	A
	GEL													j

**Tabla 3. Diagrama de relación de los subgrupos de la familia Aseo personal.**

CACHARRERIAS	CACHARRERIA	k	A	O	E	U	U	E
	MAQUINAS DE AFEITAR			I	X	E	A	O
	ENJUAGUES			m	A	E	E	E
	CREMA DENTAL				n	A	E	O
	CUIDADO DENTAL						o	A
	PAÑALES Y PROTECTORES							p
	PRESERVATIVO							

Tabla 4. Diagrama de relación de los subgrupos de la familia Cacharrería.

MEDICAMENTOS	PENTACOP	r	A	E	O	O	A	I	O
	SUEROS			s	A	E	O	E	U
	PASTILLERIA PEQUEÑA				t	A	E	A	E
	JARABES					u	A	E	X
	GENFAR						v	A	E
	PASTILLERIA GRANDE							w	A
	PROMARCA CP-OTC								y
	PROMARCA RX-OTC								

Tabla 5. Diagrama de relación de los subgrupos de la familia Medicamentos.

Cabe anotar que la familia de productos de Fórmulas lácteas no contiene subgrupos, pues sólo incluye las leches en polvo.

Posteriormente se estableció el número de estantes requeridos por cada familia de productos, tal como se observa en la Tabla 6.

FAMILIA DE PRODUCTOS	Número Total de referencias	Número de Estanterías
Aseo Personal	1648	55
Chatarrerías	770	26
Medicamentos	4157	139
Formulas Lacteas	165	6
<b>Total</b>		<b>225</b>

Tabla 6. Total de estantería requerida.

F. RESULTADOS

Se diseñaron unas alternativas de distribución de las familias en el área de almacenamiento del CEDI; teniendo en cuenta las calificaciones por cercanía y la calificación de cercanía total (TCR), donde A=6, E=5, I=4, O=3, U=2 y X=1; tal como lo indica la tabla 7.

FAMILIA DE PRODUCTOS	Relaciones de Cercanías	Calificación de cercanías	TCR	Número total de referencias	Número de Estanterías
Aseo Personal	A X X	6 1 1	8	1648	55
Chatarrerías	A A O	6 6 3	15	770	26
Medicamentos	X A A	1 6 6	13	4157	139
Formulas Lacteas	X O A	1 3 6	10	165	6
<b>Total</b>					<b>225</b>

Tabla 7. Total de estantería requerida.

Para evaluar las alternativas generadas se diseñó la tabla 8, basado en las relaciones establecidas anteriormente.

CALIFICACIÓN DE RELACIÓN DE CERCANÍA	
RELACIÓN	PESO
A	32
E	16
I	8
O	4
X	-32
TOTAL	

Tabla 8. Calificación de relación de cercanía.

En la Figura 2 se presenta una posible mejora de la distribución de las familias de productos en el CEDI, generada por el CORELAP, la cual obtuvo una calificación de colocación de 100.

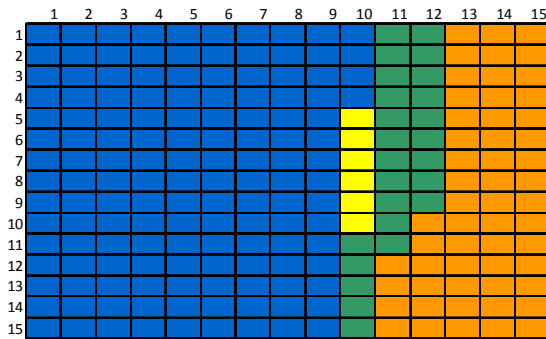


Figura 2. Distribución de las familias de productos en el CEDI.

En la Tabla 9 se presenta la calificación de cercanía total de los diferentes subgrupos de las familias de productos.

FAMILIA	SUBGRUPO FAMILIAR	TCR
ASEO PERSONAL	PRODUCTOS PARA AFEITAR	29
	TINTES	29
	SHAMPOOS	39
	TALCOS	37
	CREMAS CORPORALES	39
	JABONES MEDICADOS	37
	JABONES	41
	PROTECTORES SOLARES	33
	DESODORANTES	35
	GEL	33
	CACHARRERIAS	CACHARRERIA
MAQUINAS DE AFEITAR		24
ENJUAGUES		25
CREMA DENTAL		30
CUIDADO DENTAL		29
PAÑALES Y PROTECTORES		27
PRESERVATIVO		26
MEDICAMENTOS	DROGAS ESPECIALIZADA TIPO 1	30
	SUEROS	29
	PASTILLERIA PEQUEÑA	38
	JARABES	27
	DROGAS ESPECIALIZADA TIPO 4	33
	PASTILLERIA GRANDE	39
	DROGAS ESPECIALIZADA TIPO 2	29
	DROGAS ESPECIALIZADA TIPO 3	27

Tabla 9. Calificación de cercanía total y convención de colores por áreas.

En la Figuras 3, 4 y 5 se muestran las alternativas de mejora de la distribución al interior de cada una de las familias de productos en el CEDI, teniendo en cuenta la convención de colores utilizada en la anterior figura; donde Aseo personal obtuvo una calificación de 408, Cacharrerías de 220 y Medicamentos de 360.

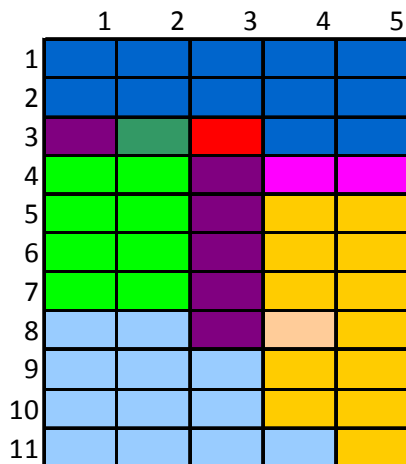


Figura 3. Distribución interna de la familia de Aseo Personal.

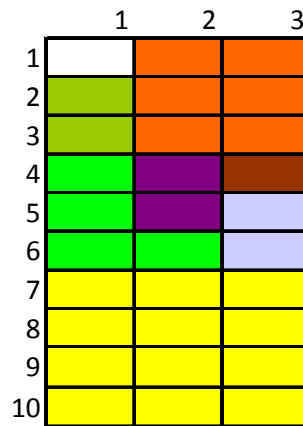


Figura 4. Distribución interna de la familia de Cacharrería.

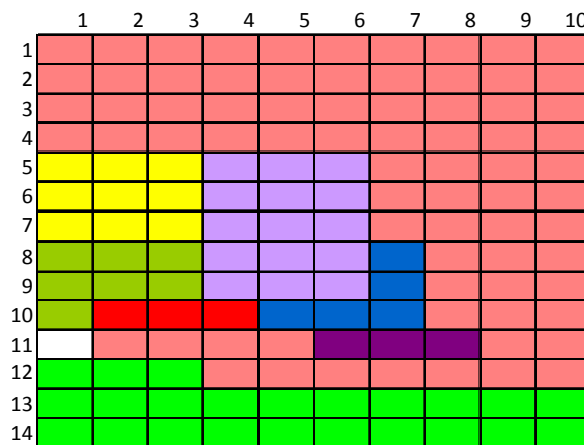


Figura 5. Distribución interna de la familia Medicamentos.

### III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que la metodología SLP y la heurística de CORELAP resultan apropiadas para determinar la configuración de la sección de almacenamiento del centro de distribución y se complementan correctamente en este caso particular. Con la aplicación del SLP permite tener en cuenta las características especiales en las que deben ser almacenados las familias de productos, calculando la tasa total de relaciones de cada subgrupo y determinando el número de estantes requeridos por familia y subgrupos.

Con la heurística de CORELAP se logró realizar la asignación de las familias de productos y subgrupos a las estanterías contenidas en la zona de almacenamiento, lográndose así un mejor ubicación de los productos y un mejor flujo de de los mismos hacia la zona de despacho.

Se recomienda utilizar la heurística ALDEP para comparar los resultados obtenidos y la heurística de CRAFT para optimizar la distribución obtenida.

## REFERENCIAS

- [1] R. Marin, Almacén de clase mundial, Medellín: Ed. Universidad Pontificia Bolivariana, 2003, p. 198.
- [2] B. Render, J. Heizer, *Principios de administración de operaciones*, 5 ed. México: Pearson educación, 2004, p. 345.
- [3] S. Jajodia., I. Minis, G. Harhalakis and J-M Proth, "CLASS: Computerized Layout Solutions Using Simulated Annealing," *International Journal of Production Research*, 30(1): 1992, pp. 95- 10
- [4] D.R. Sule, *Manufacturing Facilities Location, Planning and Design*, 2nd ed., PWS Publishing Company, Boston, MA (1994).
- [5] W.C. Chiang y C. Chiang, "Intelligent Local Search Strategies for Solving Facility Layout Problems with the Quadratic Assignment Problem Formulation". *European Journal of Operational Research*, 106, 1998, pág. 457-480.
- [6] G.C. Armour and E.S. Buffa (1963), "A heuristic algorithm and simulation approach to relative allocation of facilities", *Management Science* 9(2) 294-300.
- [7] L.R. Foluds (1983). "Techniques for facilities layout: Deciding which pairs of activities should be adjacent", *Management Science*, 29(2), 1414-1426.
- [8] J. Thompkins, J. White, Y. Bozer, J. M. A. Tanchoco, *Planeación de instalaciones*. 3 ed. México: Editorial Thomson Learning. 2006. P 380.
- [9] J.M. Seehof and W.O. Evans. (1967). "Automated layout design program", *The journal of industrial Engineering*. 18(2), 690-695.
- [10] R. Muther (1973): *Systematic Layout Planning*, Industrial Education Institute, Cahers books, Boston, MA.