

PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISTRIBUCIÓN Y ALMACÉNAMIENTO
DE MATERIAS PRIMAS DE MORE QUÍMICA DE COLOMBIA

KARLA ASTRID NIÑO ESPITIA

JHONNY LOZANO RUBIANO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

CENTRO REGIONAL SOACHA

TECNOLOGÍA EN LOGÍSTICA

SOACHA

2012

PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISTRIBUCIÓN Y ALMACÉNAMIENTO
DE MATERIAS PRIMAS DE MORE QUÍMICA DE COLOMBIA

KARLA ASTRID NIÑO ESPITIA

JHONNY LOZANO RUBIANO

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
LOGÍSTICA

MILTON MAURICIO HERRERA RAMÍREZ

INGENIERO INDUSTRIAL

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

CENTRO REGIONAL SOACHA

TECNOLOGÍA EN LOGÍSTICA

SOACHA

2012

Nota De Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Soacha, Cundinamarca. Enero de 2012

A Dios,

*A nuestra hija que te amamos y
hacemos todo por ti*

*A nuestros padres, hermanos y tíos
por su constante ayuda y
entusiasmo para el cumplimiento de
nuestras metas.,*

*A Felipe Martínez nuestro amigo Y
compañero que con su personalidad
Dejo marcado nuestros corazones
que dios te tenga en la gloria.....*

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Doctor Diego Pérez Mendoza, gerente general More Química De Colombia. Quien con su financiamiento y apoyo a hecho posible la investigación del proyecto.

Ingeniero industrial Milton Mauricio Herrera Ramírez, por su asesoría y acompañamiento en el desarrollo logístico, investigativo y práctico del proyecto.

Ingeniero Electrónico Ricardo Javier Buitrago, por su asesoría y acompañamiento en el desarrollo metodológico y de direccionamiento del proyecto.

Frey Fernando Ávila, Ingeniero Industrial de More Química de Colombia, por su acompañamiento durante todo el proceso de aprendizaje y direccionamiento en la parte metodológica y física de la compañía.

CONTENIDO	
1. TITULO.....	8
2. PROBLEMA	8
2.1. ANTECEDENTES.....	8
2.2. PLANTEAMIENTO.....	9
2.3. FORMULACIÓN	10
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. OBJETIVOS.....	11
4.1. GENERAL.....	11
4.2. ESPECIFICOS.....	11
5. MARCO REFERENCIAL.....	12
5.1. GESTION INTEGRAL DEL ALMACENAMIENTO.	12
5.2. ALMACENAMIENTO EN COLOMBIA	14
5.3. PRINCIPIOS PARA UNA GESTIÓN EFICIENTE DE UNA ALMACÉN ...	15
5.4. DISTRIBUCIONES DE PLANTA Y ALMACEN (LAYOUT)	17
5.5. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN ALMACENES	18
5.6. PARÁMETROS PARA LA ELECCIÓN DE UNA ADECUADA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	19
5.7. MÉTODOS CONVENCIONALES PARA PROBLEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA LAYOUT PROBLEMA (micro localización)	20
5.8. METODOS HEURISTICOS PARA LA DISTRIBUCCION EN PLANTA ...	22

5.9.	LAYOUT DE ALMACENES	25
5.10.	LAYOUT DE POSICIÓN FIJA O DE PROYECTO.....	27
5.11.	LAYOUT ORIENTADO AL PROCESO.....	28
5.12.	LAYOUT REPETITIVO Y ORIENTADO AL PRODUCTO.....	29
5.13.	LAS CÉLULAS DE TRABAJO: DEFINICIÓN CARACTERÍSTICA Y NIVEL DE IMPLANTACIÓN.	29
6.	<i>MODELO METODOLÓGICO</i>	33
6.1.	LAYOUT ACTUAL	33
6.2.	PROPUESTA DE LAYOUT	36
6.3.	FUNCION OBJETIVO.....	38
6.4.	EL ALGORITMO DE CRAFT	40
7.	RESULTADOS	41
7.1.	ANALISIS DE TABLAS.....	41
7.2.	CONCLUSIONES	53
	Bibliografía.....	55

INTRODUCCIÓN

El almacén se ha convertido en un espacio de la fábrica donde reposan las mercancías y trabajan los empleados de una compañía. Sin embargo la globalización y el entorno competitivo del siglo XXI ha vuelto esta función o proceso como parte fundamental en la cadena de suministro de la logística, gestionando los flujos de las entradas y salidas desde los proveedores hasta los clientes, quienes cada vez exigen un mejor servicio por parte de los almacenes no obstante se debe tratar de ofrecer el mejor servicio posible tratando de aumentar a su vez la productividad del almacén. La máxima rotación y minimizar los costos de mantener mercancías esto además de suponer un mayor número de líneas de pedido a preparar en el almacén y algo que es primordial para ello es la optimización del espacio lo que en un almacén de pequeñas dimensiones y con una compañía en un alto crecimiento se convierte en un reto para la logística. (INZA, 2006)

More química de Colombia es una compañía ubicada en la zona franca del sur de Soacha está proyectada con un índice de crecimiento muy alto, ya que le fabrica los productos a una de las compañías con mayor crecimiento del mercado colombiano y es tecno químicas s.a. En vista a esto debemos estar preparados en nuestros procesos logísticos del almacenamiento tanto para el almacén de materias primas de producto en proceso y productos terminados para enfrentar los posibles problemas logísticos. A partir del año 2000 la empresa ha tenido que ir evolucionando lentamente teniendo en cuenta que día a día sus pedidos han aumentado y pues las cargas para el almacén han ido creciendo, esto ha hecho que su almacén de producto terminado allá tenido una mejora sustancial en su tamaño, pero no han tenido en cuenta el almacén de insumos para la fabricación y almacén de gránulos donde su espacio es muy reducido o más bien no está siendo bien aprovechado.

1. TITULO.

Propuesta de mejora para la distribución y almacenamiento de materias primas de More Química de Colombia

2. PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES

La industria química con el correr de los años ha venido teniendo una evolución significativa en el mercado colombiano, los insumos químicos agroindustriales han tenido un crecimiento, puesto que Colombia es un país rico en suelos y actos para siembra de cultivos con una diversificación de climas que le han otorgado riqueza en el cultivo de alimentos y subprocesos para los mismos.

A partir del año 2000 la compañía se ha visto con la necesidad de elevar sus productos debido a la demanda y a sí mismo implementar nuevos productos y nuevas técnicas de mejora de los mismos. El mercado de químicos agroindustriales está prácticamente posicionado en un 80% a nivel internacional lo que ha hecho que la industria se vea en la necesidad día a día en exportar más productos químicos, para su maquila o reproceso. Lo que ha hecho que el almacén colapse en ocasiones por falta de espacio, organización, programación de recibido y entrega de los gráneles e insumos. Llegados del puerto en donde en ocasiones tenemos cuellos de botella para el almacenamiento, la rotación, la entrega a el área de producción y un mal manejo y control del inventario de los productos, en pocas palabras se dice que el almacén está quedando pequeño para el manejo de los insumos, y otro problema que se suma es que así mismo como han aumentado los insumos y se suman los materiales de empaque y embase. A partir de estos problemas pensamos en una nueva técnica de optimización, que nos permitirá relacionar el balance del flujo del inventario ligando la producción el despacho y espacio para desarrollar estas actividades.

2.2. PLANTEAMIENTO

Por qué tener una bodega si lo que menos quieren es tener o evitar los altos costos de almacenamiento e inventarios elevados; a pesar de todas las iniciativas del comercio electrónico, la integración de la cadena de abastecimiento, respuesta eficiente al consumidor, respuesta rápida y entrega justo a tiempo. La cadena de abastecimiento que conectara la parte de manufactura con el usuario final nunca estará tan bien coordinada como para eliminar por completo el almacenamiento. (Edward H. Frazelle, 2007)

More Química de Colombia es una compañía dedicada a la fabricación de productos químicos agropecuarios a nivel nacional e internacional, está ubicada en la zona franca del sur en Soacha. A partir del año 2000 he tenido un crecimiento significativo, debido a la globalización, a la necesidad de segmentación de los mercados y a los cambiantes hábitos de los consumidores, la compañía debe manejar un número mayor de materias primas e insumos para la transformación de sus productos, aumentando el volumen de productos y la gestión del almacén en donde los operarios se han visto enfrentados a problemas de recepcionamiento y cuellos de botella. Esto ha ocasionado una falta de capacidad en los almacenes de producto para fabricación (gráneles, materias primas) y de empaques, lo cual genera desorganización de las mercancías, stock elevados en algunas referencias, represamientos y aumento en las referencias obsoletas. El almacén opera de acuerdo con las políticas de almacenamiento interno, en las que se tiene en cuenta la rotación de productos siendo prioridad la fecha de caducidad utilizando el (FIFO) sistema que determina (Primero en Entrar, Primero en Salir). Este almacén, contrario al de producto terminado, maneja los productos en estibas sin un orden conveniente y sin criterios claros de rotación de los productos. Se requiere determinar las variables que influyen en el resultado de la gestión del almacén que para este caso son almacén de materias primas e insumos, embases y embalajes para su fabricación con el fin de reducir los costos operacionales de tal forma que genere un valor agregado al almacén.

Se deben identificar las operaciones que afectan el funcionamiento de los almacenes de materias primas e insumos, planteando métodos estándar de almacenamiento teniendo en cuenta las restricciones propias de su almacenaje, Con el fin de generar un control más adecuado de cada uno de estos elementos, y relacionándolos con los indicadores de gestión de la empresa.

2.3. FORMULACIÓN

¿Qué tipo de distribución física deben tener los almacenes y como implementar técnicas para el mejoramiento y organización de los insumos y materias primas en la planta More química?

3. JUSTIFICACIÓN

La gestión logística en almacenes, bodegas y centros de distribución son una disciplina en constante movimiento y gracias al impacto directo que esta labor ejerce, no solo en la satisfacción del cliente sino en los resultados integrales de las organizaciones, es cada vez más intensa la búsqueda que hacen las empresas por hallar nuevas metodologías y tecnologías que les permitan desempeñarse con mayor eficiencia y eficacia en esta área. (Garcia, 2009)

La investigación propuesta debe establecer un sistema de almacenamiento que incluya una estructura organizada para las actividades de planificación y recepción de insumos y materias primas, estableciendo las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar buenas prácticas de logística de almacenamiento.

Se busca presentar alternativas que permitan darle un mejor manejo y distribución del espacio, para los productos que ocasionan los cuellos de botella en el almacén, que generan demoras y manejo incorrecto de ellos. Se espera controlar de forma eficiente los inventarios para evitar romper la cadena de suministro de

nuestra empresa teniendo una efectividad de manejo y distribución al 100% de los recursos para la fabricación de los productos.

Esta investigación busca mejorar los procesos del almacén de materias primas e insumos, reducir costos de almacenamiento, evitar pérdidas por productos obsoletos de espacio y mejorar la calidad de vida de los operarios del almacén haciéndoles más fácil y mejor el recibir y la distribución de los mismos materiales o productos en la planta.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Proponer un modelo de almacenamiento y distribución física aplicando una técnica que permita mejorar el desplazamiento y la distribución de materias primas a los departamentos de producción en More química de Colombia.

4.2. ESPECIFICOS.

- Determinar los factores que ocasionan el desperdicio de espacio en los almacenes, con el fin de aumentar la productividad de espacio utilizado.
- Analizar los metodos de localizacion de planta para seleccionar el que se aplicara al diseño del almacen.
- Presentar una propuesta de layout, con el objetivo de minimizar los costos del flujo de materiales y la distribucion.
- Generar una propuesta que comtemple la seguridad en el almacenamiento de los productos con el propósito de evitar la contaminación cruzada.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. GESTION INTEGRAL DEL ALMACENAMIENTO.

Las iniciativas de integración de la cadena de abastecimiento que tengan por objeto minimizar el nivel de inventario, reducen significativamente el margen de error dentro de la logística de la cadena de abastecimiento. Por lo tanto, es inmensa la presión sobre la precisión y desempeño de tiempo de ciclo en el almacenamiento.

Los almacenes son vitales en la cadena de abastecimiento según se detalla a continuación, (Edward H. Frazelle, 2007).

- a. los almacenes de componentes y de materias primas son los que almacenan los materiales cerca o en su punto de ingreso al proceso de manufactura o ensamble.
- b. Los almacenes de trabajo en procesos guardan productos y ensamblajes parcialmente terminados en diversos puntos a lo largo de una línea de producción o de ensamblajes.
- c. Los almacenes de productos terminados guardan existencias con el fin de amortiguar desfases entre los ritmos de producción y la demanda, el almacén generalmente está ubicado cerca del punto de manufactura con terminales de entrada y salida.
- d. Los almacenes o centros de distribución acumulan y consolidan los productos provenientes de varios puntos de manufactura para luego hacer un solo envío a clientes en común, este almacén podría estar ubicado de manera centralizada entre centros de producción o entre los clientes.
- e. Los almacenes o centros de fulfillment reciben, alistan y despachan envíos pequeños a clientes específicos.

- f. Los almacenes locales están diseminados en el territorio con el fin de acortar las distancias de transporte, y así permitir dar una respuesta rápida a la demanda de los clientes
- g. Los almacenes de servicio de valor agregado ejecutan actividades de individualización de productos clave, incluyendo empaque, etiquetado, marcado, fijación de precios y procesamiento de devoluciones.

Las bodegas deben ser proyectos de inversión integral orientados a apoyar la gestión de la empresa. (Edward H. Frazelle, 2007) , bien sabemos que el almacén es un lugar o espacio planificado para el almacenaje y la manipulación eficaz y eficiente de bienes y materiales, en donde nos conlleva a un proceso integrado a la función logística que trata de una recepción, almacenamiento y movimientos dentro de un mismo recinto de materiales. materias primas y productos semi elaborados, hasta el punto de consumo por un cliente externo o interno, indicándonos dónde deben ser almacenados que técnicas debemos utilizar para optimizar el espacio y mejorar los procesos internos, aprovechando adecuadamente el espacio físico dándole como objetivo mayor rapidez , mejor control, eficiencia en el manejo y algo muy importante reduciendo los costos de almacenamiento.

Una de las áreas con mayor complejidad dentro de la red logística en las compañías es el Warehousing. El Warehouse tiene que ver con la gestión del almacenamiento en su integralidad, si bien existen otras filosofías que soportan algunos sistemas productivos como el Just In Time (JIT) y ERP los cuales han contribuido a que la función de almacenamiento se caracterice por ser más eficiente y eficaz (Edward H. Frazelle, 2007) . El almacenamiento exige un detenido análisis que nos permita determinar la interrelación entre cada uno de los elementos que lo integran: la recepción, la ubicación del producto, el alistamiento (picking), la distribución y el control por medio de un sistema de inventarios. La administración del flujo de información, de materiales y financiero

que se manejan en esta área debe ser coordinada y controlada con gran responsabilidad y por personal altamente capacitada. (Omar Mauricio Gómez Casas¹, 2010)

En conclusión los almacenes son parte fundamental y primordial del desarrollo logístico de las compañías sin importar que clase de materiales queramos tener, buscando establecer un concepto administrativo de desarrollo el cual le dará día a día optimización y eficiencia mediante métodos que nos permitan obtener más ganancias a más bajos costos.

5.2. ALMACENAMIENTO EN COLOMBIA

De acuerdo con el Banco Mundial, el índice de desempeño logístico permite identificar retos y oportunidades a los que se enfrentan los países en el ámbito de la logística, de acuerdo con los resultados del año 2009, Colombia ocupa el puesto 72 de 150 países evaluados, donde se valora el desempeño relacionado con actividades tales como el transporte, almacenamiento, consolidación de carga y despacho aduanero, entre otras actividades, según (D., 2011)

Colombia obtuvo en el año 2009 una mejoría en el desempeño logístico con respecto al 2006, sin embargo sigue por debajo de la media mundial y con una clara desventaja con respecto a países como Alemania, Singapur, Suiza e incluso Brasil que ocupa el puesto 41 en el ranking mundial. (D., 2011)

Así mismo, el estudio muestra la infraestructura instalada que mejor describe el entorno logístico del país

Siendo para el caso de Colombia, la infraestructura relacionada con vías y almacenes las más representativas de las operaciones logísticas.

Con relación a la calidad de la infraestructura logística, se mide por la percepción baja o muy baja, que para el caso de Colombia, las que muestran el desempeño más deficiente son las relacionadas con ferrocarriles, vías, puertos y aeropuertos.

Al comparar los resultados de Colombia con el promedio de América Latina y el Caribe, es evidente que la percepción negativa del país sobre pasa a la del continente. (D., 2011).

La dinámica de sistemas, basada en el arquetipo de crecimiento y sub-inversión se utiliza para poder comprender el comportamiento de la demanda de los servicios logísticos de almacenamiento de mercancías. ¿Pero qué relación tienen la demanda con la necesidad de la infraestructura? Teniendo en cuenta que uno de los problemas de los almacenes es que casi la mayoría dice tener capacidad limitada, pero el verdadero problema es que tienen mal aprovechamiento del espacio; es ahí donde el diseño eficiente los modelos y la dinámica de sistemas entra a jugar un papel muy importante para poder atender adecuadamente las necesidades del mercado que cada vez es más competitivo y en un crecimiento continuo.

El modelo dinámico de la demanda me permite ver mucho mejor el crecimiento aproximándolo al límite, desplazando un enfoque hacia el futuro permitiéndome observar un desempeño, demanda, capacidad y crecimiento; utilizando bajos costos llevándome a una inversión segura.

5.3. PRINCIPIOS PARA UNA GESTIÓN EFICIENTE DE UNA ALMACÉN

La primera razón de tener un almacén nace de la natural imposibilidad práctica de reducir a cero el lapso de tiempo entre la preparación para el consumo del elemento material y su acto en si del consumo bien por pura imposibilidad de ajustar oferta con demanda, bien por las características del producto (perecederos, inflamables...), según (Vallhonrat, 1991).

Este fundamento no acorta el origen ni destino del elemento almacenado. Por ello es aplicable tanto a necesidades externas de consumo (clientes) como necesidades internas (clientes internos) entre procesos y aéreas.

En segundo lugar, existen razones puramente financieras que dan sentido al uso de almacenes por parte de una empresa. Así, por ejemplo, puede salir más rentable realizar aprovisionamiento en grandes cantidades para reducir los precios, a pesar de necesitar mayor espacio para su almacenamiento, o realizar movimientos de materiales en grandes cantidades.

A pesar de ello, los fundamentos de su existencia evidencian una posición vital como proceso soporte de la función logística y justifica la necesidad de desarrollar una gestión de almacenes en toda su extensión con impacto tangible en factores de primer nivel para la empresa obteniendo los siguientes beneficios. (Vallhonrat, 1991)

- Reducción de tareas administrativas
- Agilidad en el desarrollo en el resto de los procesos logísticos
- Optimización de la gestión del nivel de inversión circulante
- Mejora de la calidad del producto
- Optimización de costos
- Reducción de tiempos de proceso
- Nivel de satisfacción del cliente

5.4. DISTRIBUCIONES DE PLANTA Y ALMACEN (LAYOUT)

Metodología de la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (Systematic Layout Planning) de Muther 1961

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. Fue desarrollada por Richard Muther en 1961 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos según. (Vallhonrat, 1991)

Fases de Desarrollo

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son según Muther (1968):

- Fase I: Localización. Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir. Al tratarse de una planta completamente nueva se buscará una posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución el objetivo será determinar si la planta se mantendrá en el emplazamiento actual o si se trasladará hacia un edificio recién adquirido, o hacia un área similar...
- Fase 2: La distribución de planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo.

- Fase 3: el almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.
- Fase 4: El proceso de decidir el diseño de un almacén es similar al de armar un rompecabezas. Y al igual que un rompecabezas, es difícil de completar hasta que se hayan definido y ensamblado todas las piezas. Un propósito y perfil de actividades es la simplificación, automatización, y mecanización de las operaciones del almacén según, (Edward H. Frazelle, 2007).

5.5. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN ALMACENES

El objetivo de la distribución es, ahora, encontrar la relación óptima entre el coste del manejo de materiales y el espacio. Son aspectos fundamentales a considerar: la utilización del espacio cúbico, los equipos y métodos de almacenamiento, la protección de los materiales, la localización de éstos (aprovechamiento de espacios exteriores), etc. Pero, además, la distribución de los almacenes se complica cuando los pedidos engloban un elevado número de productos distintos o cuando se piden pocas unidades del mismo producto, pero muy frecuentemente. En dichos casos, el coste por manejo de materiales que supondría un desplazamiento de ida y vuelta para cada pedido sería excesivamente elevado. Entre las formas de solución de este problema se encuentran la agregación por productos de unidades correspondientes a diversos pedidos o, algo nada fácil, establecer rutas óptimas para cada pedido. Según (Bernabeu, 2000):

- Minimizar los costes de manipulación de materiales.
- Utilizar el espacio eficientemente.
- Utilizar la mano de obra eficientemente.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Facilitar la comunicación y la interacción entre los propios trabajadores, con los supervisores y con los clientes.
- Reducir la duración del ciclo de fabricación o del tiempo de servicio al cliente.
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes.
- Facilitar la entrada, salida y ubicación de los materiales, productos o personas. Incorporar medidas de seguridad.
- Promover las actividades de mantenimiento necesarias.
- Proporcionar un control visual de las operaciones o actividades.
- Proporcionar la flexibilidad necesaria para adaptarse a las condiciones cambiantes.

5.6. PARÁMETROS PARA LA ELECCIÓN DE UNA ADECUADA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Lo citado hasta ahora puede deducirse fácilmente que al realizar una buena distribución en planta que para este caso estará focalizada para almacenamiento de materias primas, es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. La influencia es de importancia relativa de los mismos, puede variar con cada organización y situación concreta; en

cualquier caso, la solución adoptada para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas. De manera agregada, los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución pueden encuadrarse en ocho grupos que comentamos a continuación según, (INZA, 2006).

El tipo de distribución elegida vendrá determinado por:

- La elección del proceso.
- La cantidad y variedad de bienes o servicios a elaborar.
- El grado de interacción con el consumidor.
- La cantidad y tipo de maquinaria.
- El nivel de automatización.
- El papel de los trabajadores.
- La disponibilidad de espacio.
- La estabilidad del sistema y los objetivos que éste persigue.

Las decisiones de distribución en planta pueden afectar significativamente la eficiencia con que los operarios desempeñan sus tareas, la velocidad a la que se pueden elaborar los productos, la dificultad de automatizar el sistema, y la capacidad de respuesta del sistema productivo ante los cambios en el diseño de los productos, en la gama de productos elaborada o en el volumen de la demanda. (INZA, 2006)

5.7. MÉTODOS CONVENCIONALES PARA PROBLEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA LAYOUT PROBLEMA (micro localización)

Como sucede en problemas de análoga necesidad (piénsese en el análisis del sistema de información) no existe un único método un único camino incluso para una aplicación concreta de establecer variantes más o menos importantes del método adoptado. SI.P (de systematic layout planning), debido a Richard Mucher,

quien ha tenido numerosas aplicaciones y ha sido descrito en diversas publicaciones, (Diagrama de bloques).

5.7.1. El Lay- out.

El **lay-out** es una de las aplicaciones de la logística que podemos traducir por *plano, croquis o proyecto de arquitectura y distribución*. En concreto, es el conjunto de métodos y medios de una organización que se ocupa de controlar y programar todas las actividades desde la compra de las materias primas y/o productos hasta la entrega final del producto terminado a los clientes. Siendo un poco más concisos, el **objetivo** del **lay-out** es implementar un sistema estratégico y táctico que le permita a la organización integrar todas sus actividades para lograr que el producto correcto esté en el lugar correcto en el tiempo correcto. Consiste en estudiar la distribución en planta de un almacén teniendo en cuenta los siguientes aspectos según, (Roux, 2000):

- a) **Los Obstáculos del Edificio:** que por su estructura y construcción no se pueden modificar, como pilares, escaleras, desagües, etc.
- b) **La Orientación del Local:** en función del solar destinado a almacén, las vías de acceso externas y las zonas de recepción y expedición de la mercancía. Como las zonas de recepción y expedición del almacén van a estar muy concurridas por los medios de transporte externos, el estudio tiene que estar enfocado a permitir un acceso fácil para que no se produzcan obstrucciones de tránsito.
- c) **La Asignación de Pasillos:** teniendo en cuenta que a mayor accesibilidad queda menos espacio de almacenamiento y al revés. También si los pasillos son terminales, es decir, si están diseñados sin salida o si tienen continuidad; de ello depende el que tengan más o menos amplitud con el fin de que el transporte interno pueda girar o dar la vuelta.
- d) **La Asignación de la Zona de Depósito de las Mercancías:** para ello debemos tener en cuenta el volumen de entradas y salidas de los

artículos de mayor rotación; éstos deben situarse en los lugares más accesibles para no dedicar mucho tiempo a su localización. Podemos decir que para cada tipo de mercancía, medios a utilizar, orientación del almacén, etc., se obtendrá una distribución en planta diferente.

Entre los **beneficios** que podemos encontrar de un buen **lay-out** destacar los siguientes según, (Roux, 2000):

- Respuesta inmediata al cliente.
- Procesos y gestiones controladas y oportunas.
- Disminuir costos
- Disminución de desperdicios.
- Optimización de todos los recursos de la organización.
- Aumento de la rentabilidad.
- Planeación y programación controladas.
- Competitividad

5.8. METODOS HEURISTICOS PARA LA DISTRIBUCCION EN PLANTA

Se han hecho muchos programas de computadora para desarrollar y analizar disposiciones físicas para procesos, tres de los análisis por computadora mejor conocidos son **ALDEP, CORELAPT Y CRAFT**. (Norman & Greg, 2000).

- Distribución de planta para diferentes tipos de procesos:
 1. Método SLP (simplified systematic layout planning).
 2. Arreglo de almacenes.
 3. Métodos computacionales.
 - Aldep.
 - Corelap.
 - Craft.

Métodos	Elementos
SLP	Diagrama de relación de actividades
	Producto (P), bienes producidos
	Cantidad (Q), Volumen producido
	Ruta (R), Procesos realizados
	Servicios (S), Auxiliar y utilidad a las actividades
CRAFT	Flujo de materiales y personas entre departamentos
	Datos de entrada
	Distancias
	Almacén de valores
	Disposición de departamentos
COMBINED COMPUTER AIDED APPROACH	Flujo de materiales entre departamentos
	Distancia entre departamentos
	Diagrama de relación de actividades
BLOCPAN	Diagrama de relación de actividades
	Dimensión de los departamentos
	Formas de los departamentos
DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES	Relación entre departamentos
	Distancia entre departamentos
	Flujo de material y personas entre departamentos
MULTIPLE	Distancia entre departamentos
	Localización de departamentos
	Distribuciones de planta

Fuente (métodos para la distribución en planta). (Norman & Greg, 2000)

ALDEP (Automated Layout Design Program - Programa de diseño de la distribución automatizado-. ALDEP lo desarrolló IBM en 1967 y fue originalmente descrito por Seehof y Evans (1967). El programa ALDBP solamente maneja problemas de distribución con criterios cualitativos. El programa ALDEP es útil para generar un gran número de buenas distribuciones para su revisión. El programa puede controlarse para que solamente se impriman las distribuciones que tengan una calificación especificada o mayor a ésta. Esta tiene el efecto de reducir el número de diagramas que se tienen que revisar. Aunque ALDEP es un programa heurístico útil para generar buenos diseños, sólo produce soluciones óptimas por accidente. (Norman & Greg, 2000)

cuando hablamos de CRAFT fundamentalmente nos referimos a poder calcular la distribución de planta de modo que nos minimice los costos en gran nivel, en cuanto a flujo de materiales y movimientos de materiales, su funcionamiento principal se verá enfocado a calcular las distribución y las distancias entre los centros de actividad considerando la distancia rectangular y a partir de ellas, el coste de los movimientos, intercambiando lugares de actividad de la disposición inicial para hallar soluciones mejoradas basadas en el flujo de materiales, o también poder llegar a una función sub óptima de menor coste, los objetivos principales:

- Minimizar los costos del manejo de los materiales.
- Utilizar el espacio eficazmente.
- Facilitar las actividades de los trabajadores reduciendo el tiempo del ciclo industrial.
- Flujo de materiales.
- Datos de entrada, distancias.
- Almacén de valores.
- Disposición de los departamentos.

Los métodos heurísticos para la configuración en planta pueden ser de dos tipos básicos, métodos de mejoramiento y métodos constructivos, los métodos de mejoramiento comienzan con una distribución inicial e intentan mejorar la dicha solución y se inicia mediante intercambios. (Konz, 2000).

El método Craft fue introducido en 1963 por ARMOUR, BUFFA Y VOLLMANN Craft (Computerized Relative allocation of facilities technique) es uno de los primeros algoritmos para la distribución de planta. Utiliza una caja o rectángulo para los datos de entrada y para el flujo de los departamentos. Los departamentos no se restringen a las formas rectangulares y la disposición se representa en una manera discreta. El CRAFT comienza determinando los

centros de los departamentos en la disposición inicial. Después calcula la distancia rectilínea entre los pares de centro de los departamentos y almacena los valores en una matriz de la distancia y calcula la disposición de los departamentos. (Konz, 2000).

5.9. LAYOUT DE ALMACENES

El layout de almacenes es un diseño que procura encontrar el mejor equilibrio entre los costes de manutención y los costes asociados con el espacio de almacenamiento, o dicho de otro modo, es la disposición física que tienen las mercancías dentro de un depósito para que sea más práctico y más económico el movimiento de las mismas. Así mismo poder tener un mejor uso de los materiales realizando consolidación, recepción y entrega de los mismos hacia sus diversos puntos de entrega, según (Norman & Greg, 2000)

La tarea de la dirección en este caso es la de aprovechar todo su volumen al mismo tiempo que se mantienen bajos los costes de manipulación de los materiales. Así la cantidad de artículos almacenados y recogidos están directamente relacionados con un layout óptimo. Un layout eficaz de almacén también reduce los daños y robos de material dentro del almacén.

Un importante componente de este tipo de layout es la relación entre el área de recepción/descarga y la de carga/envío, así el diseño de las instalaciones tiene que tener en cuenta este aspecto.

Un almacén alimentado continuamente de existencias tendrá unos objetivos de lay-out y tecnológicos diferentes que otro que inicialmente almacena materias primas para una empresa que trabaje bajo pedido. Cuando se trabaja con el lay-out de un almacén, se debe considerar la estrategia de entradas y salidas de dicho lugar, y el tipo de almacenamiento que es más efectivo, dadas las características de los productos, el método de transporte interno dentro del

almacén, la rotación de los productos, el nivel de inventario a mantener, el embalaje y pautas propias de la preparación de pedidos.

El sistema Cross Docking evita la colocación de materiales o suministros en almacenamiento. Procesándolos para enviarlos a medida que se reciben. La eliminación de las actividades que no añaden ningún valor al producto supone el ahorro de costes del cien por cien. Wal-Mart fue uno de los pioneros defensores del Cross Docking, usaba la técnica como un componente fundamental de su continuada estrategia de bajo coste. Con este sistema logra reducir los costes de distribución y acelera el reabastecimiento de las tiendas, con lo que mejora el servicio al cliente. Pero no todo son ventajas, este sistema necesita tanto una rigurosa programación como que los envíos recibidos lleven una identificación exacta del producto. Los sistemas de identificación automática son generalmente en forma de códigos de barras, que permiten una identificación rápida y precisa de los artículos. Para una mayor eficacia, se deben unir estos sistemas de identificación con sistemas de información de gestión eficaces y así conseguir un mejor aprovechamiento potencial de toda la instalación, ya que no necesita reservar un espacio concreto para determinadas unidades o familias de piezas a almacenar, según (Norman & Greg, 2000)

Los sistemas informáticos de almacenamiento aleatorio, se ocupan de:

- mantener una lista de ubicaciones de almacén abiertas
- mantener registros exactos del inventario existente y de sus ubicaciones
- secuenciar los artículos de los pedidos para minimizar el tiempo de desplazamiento necesario para recogerlos
- combinar los pedidos para reducir el tiempo de recogida

- asignar algunos artículos o clases de artículos, tales como artículos de mucho uso, a áreas específicas del almacén, de forma que la distancia total recorrida dentro del almacén se reduzca al mínimo.

Estos sistemas pueden aumentar la utilización de las instalaciones y disminuir el coste de la mano de obra, pero exigen que se mantenga registros exactos.

Ahora, además de que los almacenes tengan pocos productos en la medida de lo posible, durante el menor tiempo, también se les pide que personalicen los productos, es decir que les aporten valor añadido, mediante modificación de componentes, reparación, etiquetado y empaquetado. Esta personalización es una forma especialmente útil de generar una ventaja competitiva en mercados donde los productos cambian rápidamente. Estas actividades contribuyen a las estrategias de personalización, bajo coste y respuesta rápida. Solo falta destacar, que el layout es esencial en depósitos grandes, más que en los pequeños, por razones obvias de reducción de costes (sobre todo el tiempo).

5.10. LAYOUT DE POSICIÓN FIJA O DE PROYECTO.

El proyecto en este caso, permanece fijo en un lugar, y los trabajadores y equipos acuden a esa única área de trabajo. Las técnicas para tratar el layout de posición fija no están bien desarrolladas y se complican debido a:

- un espacio limitado
- En cada fase se necesita distintos materiales, por lo que diferentes artículos se hacen críticos a medida que se desarrolla el proyecto.
- El volumen de materiales requeridos es dinámico.

Estos problemas se tratan de solucionar de diferente manera en cada sector.

Ya que resulta tan difícil resolver in situ los problemas del layout de posición fija, una estrategia alternativa consiste en realizar tanto como se pueda del proyecto

fuera del lugar (cadenas de montaje, producción orientada a producto, tecnología de grupo...) (Norman & Greg, 2000)

5.11. LAYOUT ORIENTADO AL PROCESO

El layout orientado al proceso puede realizar simultáneamente una amplia variedad de productos o servicios. Ésta es la forma tradicional para apoyar una estrategia de diferenciación del producto. Es el layout más eficiente cuando se fabrican productos con requisitos diferentes. (Norman & Greg, 2000)

Una gran ventaja es su flexibilidad en la asignación de equipos y tareas. También está particularmente indicado para tratar la manufactura de piezas en pequeños grupos, o lotes de trabajo y para la producción de una gran variedad de piezas en diferentes tamaños y formas.

Las desventajas del layout orientado al proceso derivan del uso de equipos de utilización general o multifuncional. Las órdenes de producción necesitan más tiempo para moverse por el sistema, debido a una difícil programación, a las preparaciones y cambios en los equipos, y al singular movimiento de materiales.

Cuando se diseña un layout orientado al proceso, la táctica más común es colocar las secciones o centros de trabajo de forma que se minimicen los costes de movimiento de materiales.

Las instalaciones orientadas al proceso, y también las organizaciones de posición fija, tratan de minimizar el producto de las cargas o desplazamientos por los costes relacionados con la distancia.

Una herramienta muy útil en todos los tipos de layout. Cuando en un problema de layout están involucradas más de 20 secciones o departamentos y existen más de 600 billones de configuraciones distintas, son los programas informáticos. CRAFT es el más conocido, un programa que proporciona buenas soluciones, aunque no siempre son óptimas, examina sistemáticamente ordenaciones alternativas de los

departamentos para reducir el coste total de transporte de materiales. La ventaja añadida de analizar no sólo las cargas transportadas y la distancia, sino también hacer una clasificación de la dificultad. (Roux, 2000)

5.12. LAYOUT REPETITIVO Y ORIENTADO AL PRODUCTO

Los layout orientados al producto se organizan alrededor de productos o familias de productos similares con altos volúmenes y baja variedad. Las hipótesis son las siguientes de acuerdo a: (Norman & Greg, 2000)

- El volumen es adecuado para una alta utilización de los equipos.
- La demanda del producto es lo suficientemente estable para justificar altas inversiones en equipos especializados.
- El producto está estandarizado, o se acerca a una fase de su ciclo de vida que justifica inversiones en equipos especializados.
- Los suministros de materias primas y componentes son adecuados y de calidad uniforme, para garantizar que funcionarán con el equipo especializado.

Dos tipos de layout orientado al producto son las líneas de montaje y las de fabricación: la línea de fabricación elabora componentes; la línea de montaje ensambla las piezas fabricadas en una serie de estaciones o puestos de trabajo. (Roux, 2000)

5.13. LAS CÉLULAS DE TRABAJO: DEFINICIÓN CARACTERÍSTICA Y NIVEL DE IMPLANTACIÓN.

Distintas situaciones dentro de una instalación, ésta puede definirse como una agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un ítem o familia(s) de ítems.

La denominación de distribución celular es un término relativamente nuevo, sin embargo, el fenómeno no lo es en absoluto. En esencia, la fabricación celular

busca poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas derivadas de las distribuciones por producto y de las distribuciones por proceso, particularmente de la eficiencia de las primeras y de la flexibilidad de las segundas. Esta consiste en la aplicación de los principios de la tecnología de grupos a la producción, agrupando outputs con las mismas características en familias y asignando grupos de máquinas y trabajadores para la producción de cada familia.

En ocasiones, estos outputs serán productos o servicios finales; otras veces serán componentes que habrán de integrarse a un producto final, en cuyo caso, las células que los fabrican deberán estar situadas junto a la línea principal de ensamble para facilitar la inmediata incorporación del componente en el momento y lugar en que se necesita. Lo normal es que las células se creen efectivamente, es decir, que se formen células reales en las que la agrupación física de máquinas y trabajadores sea un hecho. En este caso, además de la necesaria identificación de las familias de productos y agrupación de equipos, deberá abordarse la distribución interna de las células, que podrá hacerse a su vez por producto, por proceso o como mezcla de ambas, aunque lo habitual será que se establezca de la primera forma. No obstante, en ocasiones, se crean las denominadas células nominales o virtuales, identificando y dedicando ciertos equipos a la producción de determinadas familias de outputs, pero sin llevar a cabo la agrupación física de aquéllos dentro de una célula. En este segundo caso no se requiere el análisis de la distribución, la organización mantiene simplemente la distribución que tenía, limitándose el problema a la identificación de familias y equipos. Junto a los conceptos anteriores está el de las células residuales, a las que haremos referencia más adelante. A éstas hay que recurrir cuando existe algún ítem que no puede ser asociado a ninguna familia o cuando alguna maquinaria especializada no puede incluirse en ninguna célula debido a su uso general.

Las ventajas van a verse reflejadas en un menor coste de producción y en una mejora en los tiempos de suministro y en el servicio al cliente. Incluso podrían

conseguirse mejoras en la calidad, aunque ello necesitará de otras actuaciones aparte del cambio en la distribución. La aplicación de los principios de la tecnología de grupos a la formación de las familias de ítems y células asociadas a las mismas, aspecto fundamental en el estudio de la distribución en planta celular, supone seguir tres pasos básicos según (Norman & Greg, 2000)

- Seleccionar las familias de productos.
- Determinar las células
- Detallar la ordenación de las células

Los dos primeros pasos pueden realizarse por separado, pero es frecuente abordarlos simultáneamente. En relación con la agrupación de productos para su fabricación conjunta en una misma célula, habrá que determinar primero cuál será la condición determinante que permita tal agrupación. A veces ésta resulta obvia al observar sus similitudes de fabricación, otras veces no lo es tanto y hay que ver si conviene realizarla en función de la similitud en la forma, en el tamaño, en los materiales que incorporan, en las condiciones medioambientales requeridas, etc. Una vez determinadas las familias de productos, la formación de una célula para cada familia puede ser la mejor solución, aunque ello no sea siempre cierto (a veces es incluso una solución imposible). Son muchas las ocasiones en las que es difícil definir las células sobre la base de idénticos requerimientos en el proceso de producción de las familias de ítems. Las cuatro aproximaciones utilizadas generalmente para identificar familias y células son las siguientes:

- Clasificación y codificación de todos los ítems y comparación de los mismos entre sí para determinar las familias. Posteriormente, habrá que identificar las células y equipos que han de producirlas.
- Formación de las células por agrupación de máquinas, utilizando el análisis clúster o la teoría de grafos. En este caso, aún habrá que solucionar la formación de las familias.
- Formación de familias por similitud de rutas de fabricación. De nuevo, queda pendiente la identificación de las células.

· Identificación simultánea de familias y células fundamentada en la similitud entre productos en función de sus necesidades de equipos/máquinas (o viceversa).

Puede aceptarse que un componente no utilice todas las máquinas del bloque en el que ha quedado englobado, así como que una máquina no procese todos los componentes de su grupo. Sin embargo, hay que evitar en la medida de lo posible que algún componente o máquina interactúe, respectivamente, con una máquina o componente fuera de la célula correspondiente (ello implicaría que en la matriz, una vez reordenada, quedase algún uno fuera de algún bloque). Cuando no es posible evitar tal situación habrá que recurrir, bien a la duplicación del equipo (si ello es factible), bien a la necesidad de tener que procesar el componente en cuestión en más de una célula para su acabado. En ocasiones extremas, será necesaria la instalación de alguna célula residual que fabrique algún componente imposible de encajar en la distribución resultante o que recoja algún equipo de uso general pero que no puede ser duplicado. En general, las líneas a seguir para reordenar la matriz son las siguientes:

- Las máquinas incompatibles deberían quedar en células separadas.
- Cada componente debería ser producido en una sola célula.
- Cada tipo de máquina debería estar situada en una sola célula.
- Las inversiones por duplicación de maquinaria deberían ser minimizadas.
- Las células deberían limitarse a un tamaño razonable.

6. MODELO METODOLÓGICO

6.1. LAYOUT ACTUAL

More Química de Colombia es una compañía que maneja actualmente un alto nivel de inventarios debido a sus ventas, la empresa cuenta con un centro de almacenamiento con la siguiente información:

- Valor ventas mensuales por unidades: 40.000 Unidades.
- Política de inventarios fifo: (las compras de materias primas se realizan de acuerdo a los estados de los productos terminados).
- Volumen de materiales: entre 4 a 6 toneladas movilizadas por día.
- Unidad por estibado de almacén: 25 a 30 bultos de 25 K por estiba, para insumos, o materias primas se arruma en bloque en estibas de 1,10 x 1,10 a una altura 1.60 M
- Altura actual de la bodega: 10 metros.
- Tipo de almacenamiento: Arrume al piso (Densidad sin pasillos), solo se cuenta con espacios para consolidación.
- Distribución Espacios Estándar bodega: 70-30% almacenamiento y operación.
- Actualmente tiene un flujo de rotación de materias primas de más de 150 referencias

Las características actuales del almacén son las siguientes:

- **Almacén # 1:** 135 metros cuadrados de superficie del almacenaje (15*9) Altura 10 metros, con 110 metros de capacidad útil de almacenamiento de estibas de 1,10 x 1,10 capacidad en unidades de estibas 90.
- **Almacén # 2:** 135 metros cuadrados de superficie útil de almacenaje (15*9) Altura 10 metros, con una capacidad de almacenamiento de estibas de 1,10 x 1,10 de 84 unidades.

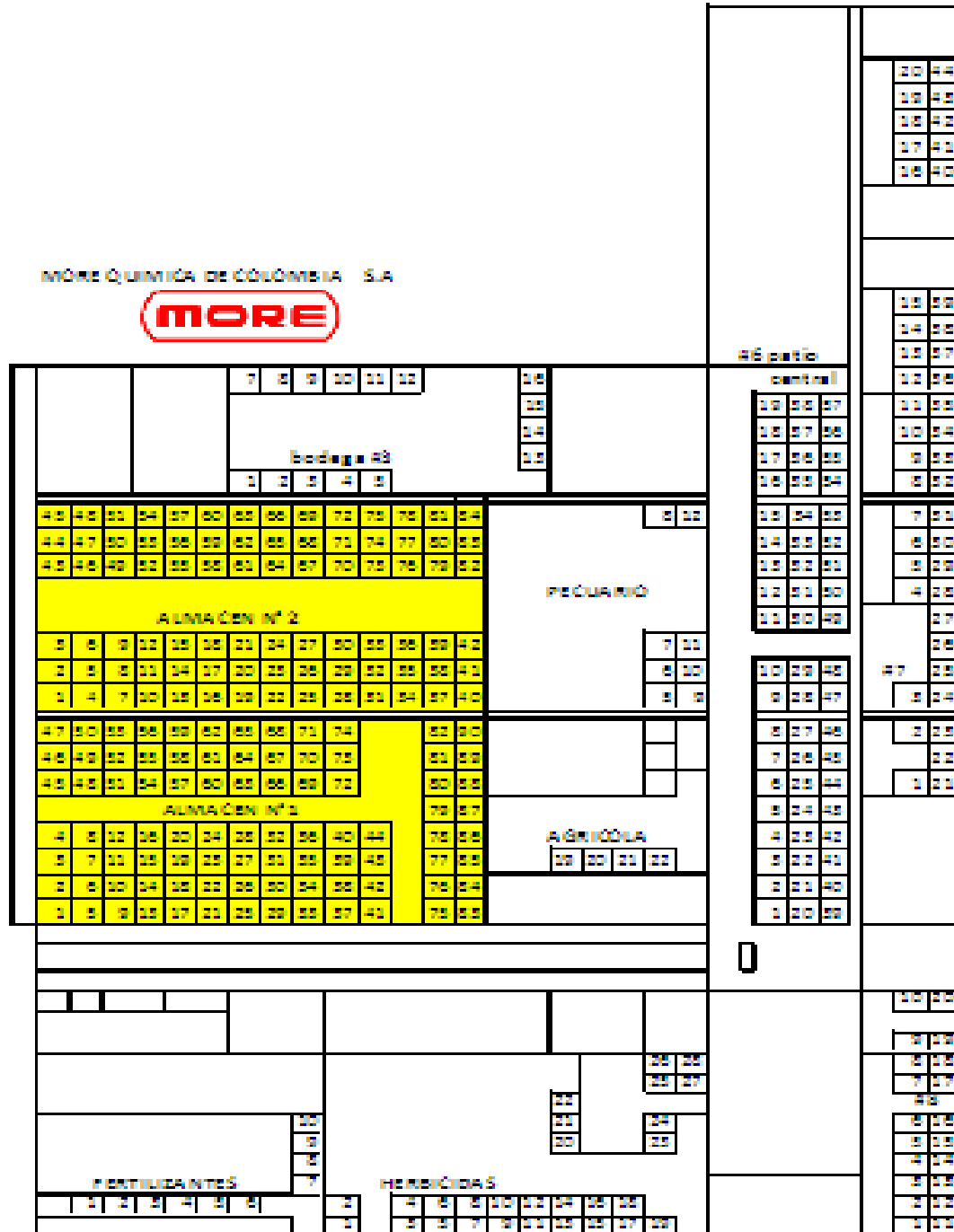


Ilustración 1. Grafico de Craft del Layout actual de la compañía con sus respectivos departamentos y almacenes. (Fuente More Química De Colombia).



Ilustración 2. Grafico de Craft de layout propuesto con su respectiva organización y distribución de los departamentos y almacenes. (Fuente Propia).

- En la mayoría de las estibas, las mercancías se transportan en mínimo 2 direcciones, antes y después de ubicarse en su posición de almacenamiento. A un nivel de operaciones de manipulación y traslado de mercancías, por dispersión a las áreas de procesos que para esta caso son 4 departamentos. Bodegas no interconectadas para tránsito de mercancías." Incursión de terceros (transporte de llegada y salida de mercancías) en áreas de almacenamiento.
- Dificultad de interrelaciones y fluidez de la información entre bodegas, debido a: Ubicación de puestos de trabajo de los Jefes de Bodegas (actuales área administrativa) en áreas separadas. Ubicación del Personal de Soporte a Bodegas en área distante de uno de los Jefes de Bodega (actuales centros de distribución).

Todos estos factores lo que han venido provocando es una pérdida de espacio y una desorganización en los dos almacenes. El crecimiento significativo del mercado en Colombia para el área de agroquímicos ha provocado un alza en las ventas y así mismo la implementación de nuevos productos a echo que el almacenamiento de materias primas tienda acrecer esto conlleva a desorden mal manejo de la rotación de los productos o materiales y se forman cuellos de botella en el almacén para la dispensación y la distribución a los respectivos departamentos.

6.2. PROPUESTA DE LAYOUT

(Factores de la planta) Variantes heurísticas asociadas al problema de distribución en planta

Lo que se Propone es diseñar un modelo para el almacenamiento de los insumos y materiales exactamente utilizadas para la producción de productos agroindustriales en cuatro departamentos de la compañía. MORE QUIMICA cuenta con el espacio pero está muy mal distribuido y mal aprovechado, lo que

se pretende es poner en práctica un modelo y diseño que nos permita recepcionarlas, manipularlas, consolidarlas y transportarlas de una manera más segura, del mismo modo aplicar algunas normas básicas que existen para el almacenamiento de materiales de forma correcta.

Sé realizara un mapa de micro localización de toda la planta incluyendo los dos almacenes de materias primas e insumos, teniendo en cuenta la capacidad de cada una y el rango de almacenamiento de acuerdo a las estibas estandarizadas de 1.10 M x 1.10 M efectuando la organización de los insumos que se almacenen y poniendo en práctica el programa de micro localización **METODO CRAFT** una variante heurística asociada a problemas de distribución en la planta, con el objetivo de reducir el mínimo costo de transporte y además se utilizara para ver el flujo de mercancía de cada una de las bodegas.

El objetivo de **CRAFT** es reducir al mínimo el costo total de transporte de una distribución y me permitirá darle un uso organizado de acuerdo a ese flujo de entradas y salidas de los diferentes productos que se almacenen allí de modo que el que más rotación tenga será ubicado más cerca de la entrada y salida y se dispondrá de un nuevo diseño del los almacenes. La distribución realizada de cada bodega se maneja de acuerdo a su clasificación química obedeciendo las normas de seguridad industrial, donde el factor a priorizar será el volumen de producción esto me permitirá vislumbrar cuales son los productos o materiales que tienen mayor rotación de entrada y salida para así almacenarlos y consolidarlos con mayor facilidad en el almacén.

Como valor agregado se propondrá el nuevo diseño del almacén, distribuido de acuerdo al manejo seguro de sustancias químicas teniendo en cuenta que se manejan cuatro procesos distintos, realizando la separación respectiva por medio de paredes o rejas evitando así que pueda llegar haber contaminación cruzada de materias primas mal manipuladas evitando riesgos y cumpliendo con los niveles óptimos de seguridad industrial de More Química de Colombia, estos están

identificados en el nuevo layout por colores priorizando un sistema ABC de acuerdo al flujo de materiales para su ubicación localizando las materias primas que más tienen rotación más cerca de la salida y a una distancia apropiada para el operario que hace la respectiva consolidación y distribución hacia los departamentos .

6.3. FUNCION OBJETIVO

El método CRAFT es un programa computarizado de mejoramiento de las distribuciones. La sigla significa *Computerized Relative Allocation of Facilities* (CRAFT), o Asignación Relativa Computarizada de Instalaciones. En general, el objetivo de CRAFT es reducir al mínimo el costo total de transporte de una distribución. La función matemática o ecuación que emplearemos para nuestro modelo se inclinara hacia el costo de transporte el cual conlleva a la suma de todos los elementos de una matriz de flujos (matriz desde – hacia cada departamento) multiplicado por la distancia y por el costo por unidad de distancia recorrida de un departamento a otro. La función del costo de transporte puede cambiarse por cualquier otra función que represente el costo de una “relación” entre cualquier par de departamentos. El costo de transporte se puede definir como el costo de mover una carga unitaria del departamento i al departamento j , por la distancia entre los departamentos i y j . Este costo total se puede visualizar mejor en la ecuación. Según (Konz, 2000)

$$\sum_{i=1}^n * \sum_{j=1}^n y_{ij} * d_{ij}$$

Donde:

N Cantidad de departamentos: (que para nuestro modelo son cuatro, pero se aplicara para cada caso su respectiva formula).

Vij Cantidad unitaria de cargas que se mueven del departamento *i* al *j*: en este caso para nuestro modelo presentaremos el de la consolidación del almacén y el del recorrido hacia el departamento *n1*, *n2*, *n3*, *n4*.

Uij Costo de mover una carga unitaria del departamento *i* al *j*: para el costo unitario de mover una carga lo representaremos por operador quien será el que consolide y transporte la mercancía la formula aplicar para la obtención del costos por minuto será la siguiente:

$$v = \frac{664.277}{30 \text{ dias}} * 1.63 \frac{1 \text{ mes}}{4 \text{ sem}} * \frac{1 \text{ sem}}{48 \text{ hr}} * \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = \frac{93,99}{\text{min}}$$

El 1.63 son las cargas prestacionales, Toda empresa o unidad productiva que tenga trabajadores vinculados mediante Contrato de trabajo debe hacer un aporte equivalente al 9% de su Nómina por concepto de los llamados aportes parafiscales, los cuales se distribuirán de la siguiente forma: 4% para el subsidio familiar (Cajas de Compensación Familiar), 3% para el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y 2% para el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Dij Distancia que separa los departamentos *i* y *j*, están dadas por la métrica rectilínea: la distancia se tomara con respecto a la consolidación de las materias primas y el traslado hacia los respectivos departamentos, estarán representadas en los algoritmos. **Anexo tabla 6.**

De manera que $y_{ij} = v_{ij} * u_{ij}$ es el costo del flujo de *i* a *j*.

El método CRAFT parte de los siguientes supuestos:

- Los costos de transporte son independientes de la utilización del equipo.
- Los costos de transporte son directamente proporcionales a la distancia
- No hay relaciones negativas o costos negativos.

6.4. EL ALGORITMO DE CRAFT

Los pasos del algoritmo CRAFT se describen a continuación:

1. Desarrollar una distribución Inicial y estimar el costo actual.
2. Iteración.
3. Intercambiar toda pareja de departamentos i, j **adyacentes ó con igual área** (dejarlos centroides de los departamentos en sus lugares originales). Calcular el costo de la distribución para cada intercambio posible.
4. Seleccionar la pareja de departamentos que maximice la reducción de costo.
5. Si existen estos departamentos, realizar el intercambio (*) y calcule su costo. Volver al paso 3 Si no hay departamentos con expectativa de reducción de costo.

Para nuestro modelo se realizaron todos los respectivos pasos mencionados los cuales es emplearon en la consolidación dentro del almacén y el transporte para los respectivos departamentos, representado por medio de tiempo por distancia sobre flujo para cada uno de los departamentos de los cuales se pretende demostrar el modelo.

7. RESULTADOS

- En las siguientes tablas encontraremos los resultados obtenidos estimando el costo actual y el propuesto mediante nuestra función objetivo, y el planteamiento realizado en el layout enfocado principalmente a la priorización del flujo de materiales de acuerdo a los volúmenes de producción mensuales, las tablas 3, 4, 5, 6, nos muestran los costos de transportar o mover los materiales en los respectivos almacenes donde realizamos como primera función la consolidación según el departamento. Cada tabla representa la descripción de los materiales las cantidades a movilizar y las distancias recorridas en los almacenes.
- En la tabla numero 7 tendremos los resultados obtenidos en la nueva propuesta de distribución del almacén enfocada a el transporte o distribución de las materias primas a los respectivos departamentos de la compañía priorizando la distancia el tiempo, cantidad de carga, numero de viajes, (un operario de carga a movilizar por viaje o recorrido 300 kg en estibador o gato hidráulico), el estándar de carga a movilizar está estipulado en políticas de la compañía.

7.1. ANALISIS DE TABLAS

Se analizará cada tabla de acuerdo a los respectivos resultados teniendo en cuenta como primera medida la consolidación dentro del almacén con su respectivo layout actual y el propuesto y posteriormente la distribución hacia los respectivos departamentos. Referenciando materias primas tiempos de transporte y los operadores quienes son los que manipularán los materiales .

DISTRIBUCION INTERNA DE LA BODEGA

LAYUOT ACTUAL

Dispensación al interior de la bodega

Salario Mensual	664.277,00
Costo minuto	93,99

FERTILIZANTES (fertitec MK). (LAYOUT ACTUAL)						
Descripción	A	B	C	D	E	F
	Distancia Mts	Viajes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte
fosfato de potasio/ 32 bultos * 25 Kg	64	32	5	470	15.038	962.464
potasa caustica/ 11bultos * 25 Kg	66	11	6	564	6.203	409.423
urea/ 4 bultos * 50 Kg	24	4	2	188	752	18.046
cloruro de potasio/ 3 bultos * 50 Kg	12	3	1	94	282	3.384
kelato zin/ 2 bultos * 10 Kg	8	2	1	94	188	1.504
acido citrico/ 2 bultos * 25 Kg	8	2	1	94	188	1.504
acido fosforico/ 22 tambores * 35 Kg	44	22	3	282	6.203	272.949
kelato de hierro/ 2 tambores * 20 Kg	16	2	2	188	376	6.015
kelato de manganeso/ 2 tambores * 20 Kg	16	2	2	188	376	6.015
amoniaco/ 3 tambores * 200 Kg	6	3	2	188	564	3.384
COSTO TOTAL MODELO						1.684.687

Donde:

- A. Distancia en metros desde la estiba de almacenamiento de cada materia prima hasta el punto de dispensación
- B. Cantidad de viajes requeridos para la dispensación de cada materia prima. (vij)
- C. Tiempo requerido para la realización de cada uno de los viajes. Picking mas desplazamiento a punto de dispensación en minutos
- D. Costo unitario por cada viaje. Resultante de multiplicar el tiempo de cada viaje por el valor del minuto. (uij)
- E. Costo de flujo. Cantidad de viajes requeridos por el costo unitario de cada viaje, uij x vij
- F. Costo de transporte. Costo de mover una materia prima desde su estiba de almacenamiento hasta el punto de dispensación

FERTILIZANTES (fertitec MK). (LAYOUT PROPUESTO)						
Descripción	A	B	C	D	E	F
	Distancia Mts	Viajes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte
fosfato de potasio/ 32 bultos * 25 Kg	64	32	4	376	12.031	769.971
potasa caustica/ 11bultos * 25 Kg	22	11	1	94	1.034	22.746
urea/ 4 bultos * 50 Kg	8	4	1	94	376	3.008
cloruro de potasio/ 3 bultos * 50 Kg	6	3	1	94	282	1.692
kelato zin/ 2 bultos * 10 Kg	4	2	1	94	188	752
acido citrico/ 2 bultos * 25 Kg	4	2	1	94	188	752
acido fosforico/ 22 tambores * 35 Kg	44	22	3	282	6.203	272.949
kelato de hierro/ 2 tambores * 20 Kg	4	2	1	94	188	752
kelato de manganeso/ 2 tambores * 20 Kg	8	2	1	94	188	1.504
amoniaco/ 3 tambores * 200 Kg	12	3	1	94	282	3.384
COSTO TOTAL MODELO						1.077.508

Tabla 1. Resultados del Layout actual y el propuesto, para la dispensación al interior de almacén para el departamento de fertilizantes (producto fertitec MK), con la función objetivo aplicada. (Fuente Propia).

- **(Tabla numero 1):** aplicando el método de micro localización de Craft y la función objetivo la cual está enfocada en la reducción de costos de trasportar o mover una unidad de almacenamiento encontramos una reducción muy significativa teniendo unos costos actualmente de \$ 1,684.687 pesos y llevándolos a una reducción de \$ 1,077.508 pesos, generando una reducción del 36% en los costos del transporte.

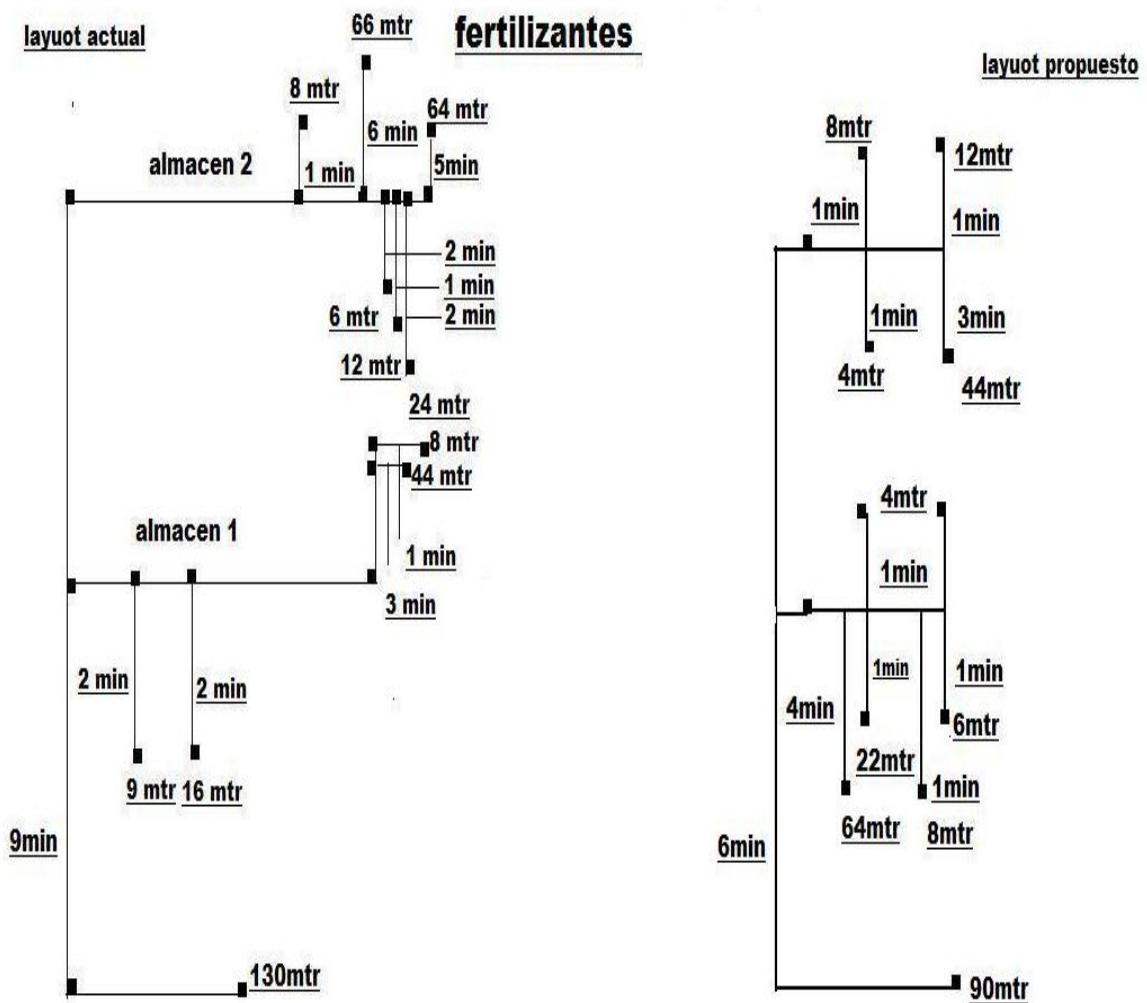


Ilustración 3-de la tabla numero 1. Algoritmo de distancias sobre tiempo, 4 segundos sobre 1 metro recorrido tiempo estimado.

DISTRIBUCION INTERNA DE LA BODEGA		LAYOUT ACTUAL				
Dispensación al interior de la bodega						
Salario Mensual	664.277,00					
Costo minuto	93,99					
HERBICIDAS (actinic 200sl MK). LAYOUT ACTUAL						
Descripción	A	B	C	D	E	F
	Distancia Mts	Viajes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte
ARKOPAL 100/ 8 tambores * 40 Kg	32	8	3	282	2.256	72.185
FORMALDEHIDO/ 4 tambores * 10 Kg	24	4	2	188	752	18.046
HIDROXETIL CELULOSA/ 2 bultos * 22 Kg	8	2	1	94	188	1.504
ORGAMUL A/ 20 tambores * 25 Kg	160	20	7	658	13.159	2.105.389
ORGAMUL N/ 20 tambores * 25 Kg	160	20	7	658	13.159	2.105.389
ORGAMUL P/ 20 tambores * 25Kg	160	20	7	658	13.159	2.105.389
OXADIAZÓN TÉCNICO 95%/ 5 bultos * 25 Kg	30	5	3	282	1.410	42.296
PARAQUAT 42 % TG/ 12 tambores * 100 Kg	48	12	4	376	4.512	216.554
ANTIESPUMANTE CP-029 (AGRICOLA)/ 1 * 20 Kg	2	1	1	94	94	188
COSTO TOTAL MODELO						6.666.940
Donde:						
A. Distancia en metros desde la estiba de almacenamiento de cada materia prima hasta el punto de dispensación						
B. Cantidad de viajes requeridos para la dispensación de cada materia prima. (vij)						
C. Tiempo requerido para la realización de cada uno de los viajes. Picking mas desplazamiento a punto de dispensación en minutos						
D. Costo unitario por cada viaje. Resultante de multiplicar el tiempo de cada viaje por el valor del minuto. (uij)						
E. Costo de flujo. Cantidad de viajes requeridos por el costo unitario de cada viaje, uij x vij						
F. Costo de transporte. Costo de mover una materia prima desde su estiba de almacenamiento hasta el punto de dispensación						
HERBICIDAS (actinic 200sl MK). LAYOUT ACTUAL						
Descripción	A	B	C	D	E	F
	Distancia Mts	Viajes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte
ARKOPAL 100/ 8 tambores * 40 Kg	16	8	1	94	752	12.031
FORMALDEHIDO/ 4 tambores * 10 Kg	8	4	1	94	376	3.008
HIDROXETIL CELULOSA/ 2 bultos * 22 Kg	4	2	1	94	188	752
ORGAMUL A/ 20 tambores * 25 Kg	40	20	3	282	5.639	225.577
ORGAMUL N/ 20 tambores * 25 Kg	40	20	3	282	5.639	225.577
ORGAMUL P/ 20 tambores * 25Kg	40	20	3	282	5.639	225.577
OXADIAZÓN TÉCNICO 95%/ 5 bultos * 25 Kg	10	5	1	94	470	4.700
PARAQUAT 42 % TG/ 12 tambores * 100 Kg	24	12	2	188	2.256	54.139
ANTIESPUMANTE CP-029 (AGRICOLA)/ 1 * 20 Kg	2	1	1	94	94	188
COSTO TOTAL MODELO						751.549

Tabla 2. Resultados del Layout actual y el propuesto, para la dispensación al interior de almacén para el departamento de herbicidas (producto Actinic 200 sl MK), con la función objetivo aplicada. (Fuente Propia).

- **(Tabla numero 2):** aplicando el método de micro localización de Craft y la función objetivo la cual está enfocada en la reducción de costos de trasportar o mover una unidad de almacenamiento encontramos una reducción muy significativa teniendo unos costos actualmente de \$ 6.666,940 pesos y llevándolos a una reducción de \$ 751,549 pesos, generando una reducción del 89% en los costos del transporte

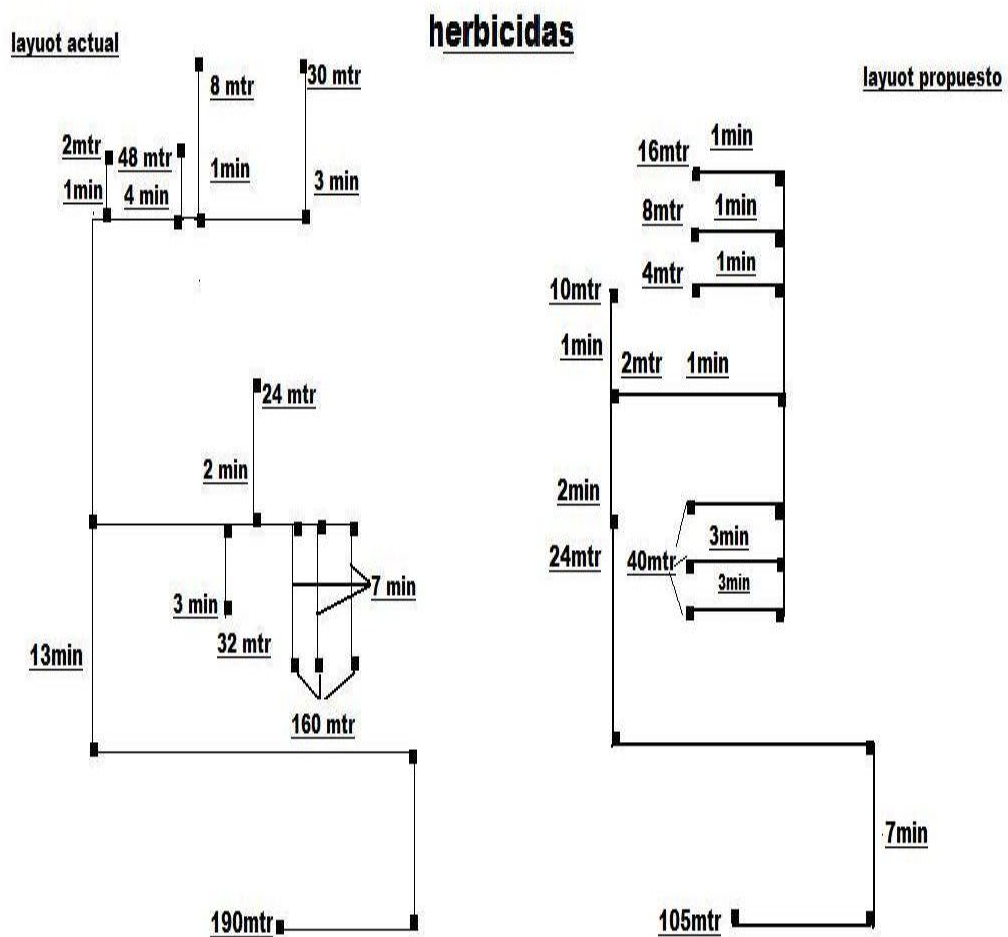


Ilustración 4-de la tabla numero 2. Algoritmo de distancias sobre tiempo, 4 segundos sobre 1 metro recorrido tiempo estimado.

DISTRIBUCION INTERNA DE LA BODEGA

LAYOUT ACTUAL

Dispensación al interior de la bodega

Salario Mensual	664.277,00
Costo minuto	93,99

AGRICOLAS (fursem MK). LAYOUT ACTUAL						
Descripción	A	B	C	D	E	F
	Distancia Mts	Viajes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte
ACIDO BORICO EN POLVO/ 12 bultos * 25 Kg	96	12	4	376	4.512	433.109
BORAX DECAHIDRATADO/ 1bulto* 10 Kg	4	1	1	94	94	376
ACIDO CITRICO/ 12 bultos * 25 Kg	72	12	4	376	4.512	324.831
SUPRAGIL GN/ 3 bultos * 25 Kg	6	3	1	94	282	1.692
COLORATE TUZCA/ 10 cajas * 1 Kg	12	2	1	94	188	2.256
CLORURO DE CALCIO/ 26 bultos * 25 Kg	208	26	9	846	21.994	4.574.710
CLORURO DE MAGNESIO/ 26 bultos * 25 Kg	208	26	9	846	21.994	4.574.710
COSTO TOTAL MODELO						9.911.683

Donde:

- A. Distancia en metros desde la estiba de almacenamiento de cada materia prima hasta el punto de dispensación
- B. Cantidad de viajes requeridos para la dispensación de cada materia prima. (vij)
- C. Tiempo requerido para la realización de cada uno de los viajes. Picking mas desplazamiento a punto de dispensación en minutos
- D. Costo unitario por cada viaje. Resultante de multiplicar el tiempo de cada viaje por el valor del minuto. (uij)
- E. Costo de flujo. Cantidad de viajes requeridos por el costo unitario de cada viaje, uij x vij
- F. Costo de transporte. Costo de mover una materia prima desde su estiba de almacenamiento hasta el punto de dispensación

AGRICOLAS (fursem MK). LAYOUT ACTUAL						
Descripción	A	B	C	D	E	F
	Distancia Mts	Viajes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte
ACIDO BORICO EN POLVO/ 12 bultos * 25 Kg	24	12	2	188	2.256	54.139
BORAX DECAHIDRATADO/ 1bulto* 10 Kg	2	1	1	94	94	188
ACIDO CITRICO/ 12 bultos * 25 Kg	24	12	2	188	2.256	54.139
SUPRAGIL GN/ 3 bultos * 25 Kg	6	3	1	94	282	1.692
COLORATE TUZCA/ 10 cajas * 1 Kg	4	2	1	94	188	752
CLORURO DE CALCIO/ 26 bultos * 25 Kg	52	26	3	282	7.331	381.226
CLORURO DE MAGNESIO/ 26 bultos * 25 Kg	52	26	3	282	7.331	381.226
COSTO TOTAL MODELO						873.360

Tabla 3. Resultados del Layout actual y el propuesto, para la dispensación al interior de almacén para el departamento de Agrícolas (producto fursem MK), con la función objetivo aplicada. (Fuente Propia).

- **(Tabla numero 3):** aplicando el método de micro localización de Craft y la función objetivo la cual está enfocada en la reducción de costos de trasportar o mover una unidad de almacenamiento encontramos una reducción muy significativa teniendo unos costos actualmente de \$ 9,911.687 pesos y llevándolos a una reducción de \$ 873,360 pesos, generando una reducción del 91% en los costos del transporte.

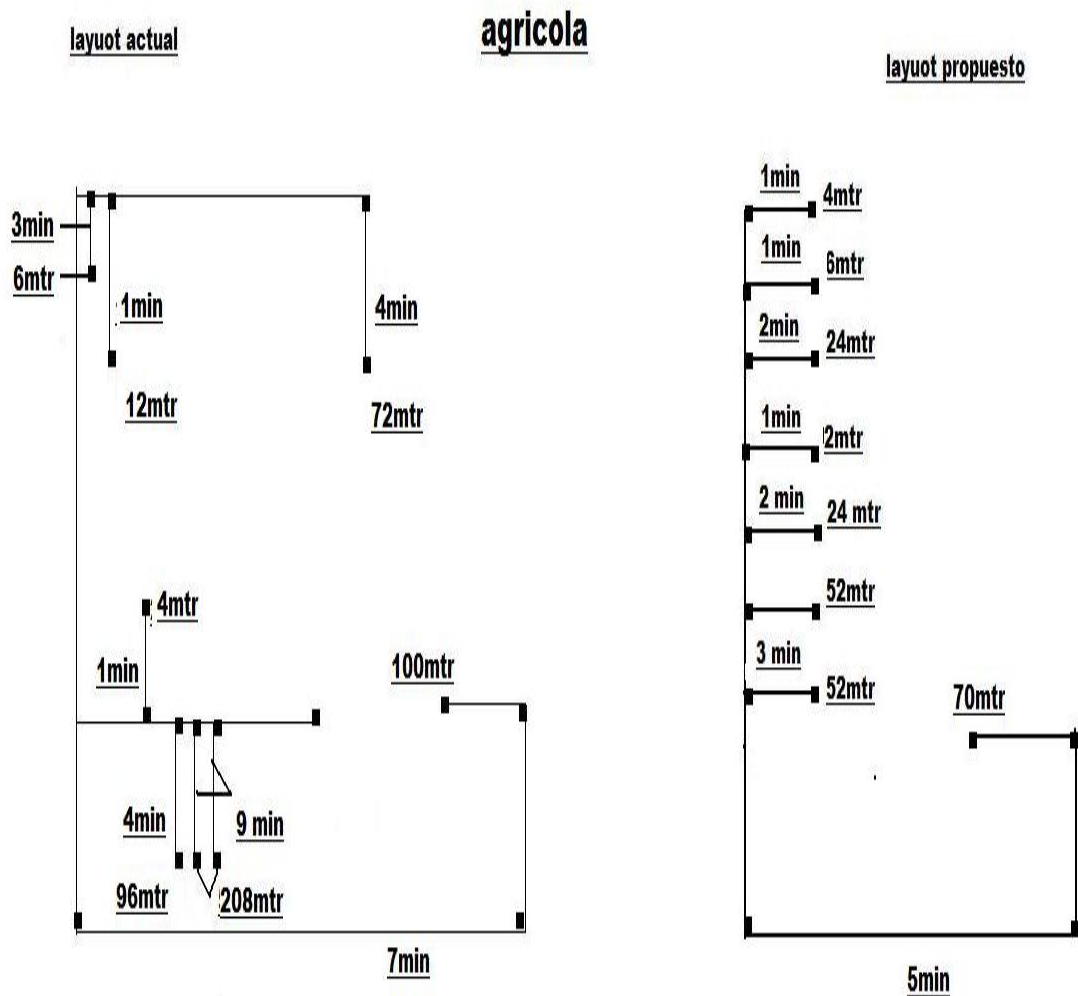


Ilustración 5- de la tabla numero 3. Algoritmo de distancias sobre tiempo, 4 segundos sobre 1 metro recorrido tiempo estimado.

DISTRIBUCION INTERNA DE LA BODEGA

LAYOUT ACTUAL

Dispensación al interior de la bodega

Salario Mensual	664.277,00
Costo minuto	93,99

PECUARIOS (Lexus MK). LAYOUT ACTUAL						
Descripción	A	B	C	D	E	F
	Distancia Mts	Viajes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte
CIPERMETRINA/ 8 tambores * 25 Kg	48	8	3	282	2.256	108.277
SOLVESO 100/ 12 tambores * 50 Kg	72	12	4	376	4.512	324.831
ORGAMUL A/ 2 tambores * 25 Kg	8	2	1	94	188	1.504
ORGAMUL N/ 5 tambores * 25 Kg	30	5	2	188	940	28.197
ORGAMUL P/ 1 tambor * 10 Kg	8	1	1	94	94	752
COSTO TOTAL MODELO						463.562

Donde:

- A. Distancia en metros desde la estiba de almacenamiento de cada materia prima hasta el punto de dispensación
- B. Cantidad de viajes requeridos para la dispensación de cada materia prima. (vij)
- C. Tiempo requerido para la realización de cada uno de los viajes. Picking mas desplazamiento a punto de dispensación en minutos
- D. Costo unitario por cada viaje. Resultante de multiplicar el tiempo de cada viaje por el valor del minuto. (uij)
- E. Costo de flujo. Cantidad de viajes requeridos por el costo unitario de cada viaje, uij x vij
- F. Costo de transporte. Costo de mover una materia prima desde su estiba de almacenamiento hasta el punto de dispensación

PECUARIOS (Lexus MK). LAYOUT ACTUAL						
Descripción	A	B	C	D	E	F
	Distancia Mts	Viajes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte
CIPERMETRINA/ 8 tambores * 25 Kg	16	8	1	94	752	12.031
SOLVESO 100/ 12 tambores * 50 Kg	24	12	2	188	2.256	54.139
ORGAMUL A/ 2 tambores * 25 Kg	4	2	1	94	188	752
ORGAMUL N/ 5 tambores * 25 Kg	10	5	1	94	470	4.700
ORGAMUL P/ 1 tambor * 10 Kg	2	1	1	94	94	188
COSTO TOTAL MODELO						71.809

Tabla 4. Resultados del Layout actual y el propuesto, para la dispensación al interior de almacén para el departamento de fertilizantes (producto fertitec MK), con la función objetivo aplicada. (Fuente Propia).

- **(Tabla numero 4):** aplicando el método de micro localización de Craft y la función objetivo la cual está enfocada en la reducción de costos de trasportar o mover una unidad de almacenamiento encontramos una reducción muy significativa teniendo unos costos actualmente de \$ 463,562 pesos y llevándolos a una reducción de \$ 71,809 pesos, generando una reducción del 85% en los costos del transporte.

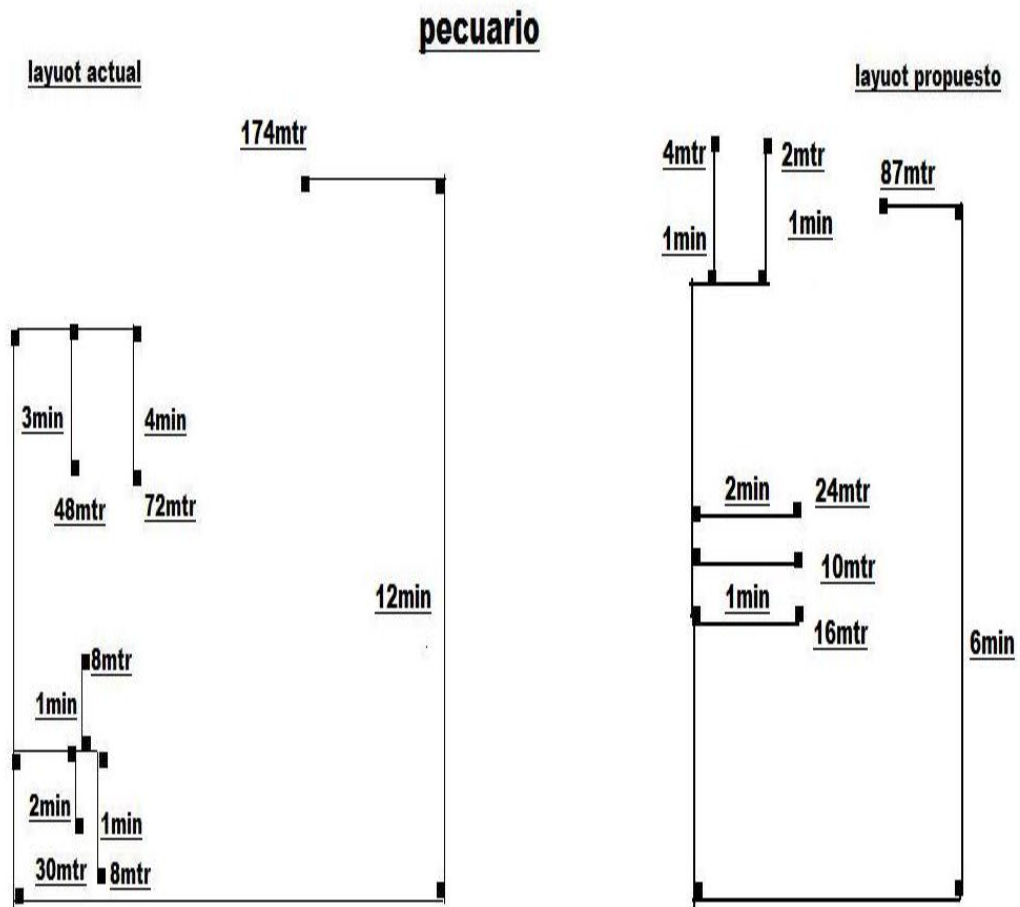


Ilustración 6-de la tabal numero 4. Algoritmo de distancias sobre tiempo, 4 segundos sobre 1 metro recorrido tiempo estimado.

costo min 93,99

LAYOUT ACTUAL

COSTO DE TRANSPORTE MATERIAL DISPENSADO A DEPARTAMENTOS POR MES							
Descripción	A	B	C	D	E	F	G
	Distancia Mts	Lotes mes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte	%
FERTILIZANTES	3600	7	240	22.558	157.903	568.451.520	19,8%
HERBICIDAS	5700	8	380	35.716	285.730	1.628.658.720	56,8%
AGRICOLA	3150	9	210	19.738	177.641	559.569.465	19,5%
PECUARIO	2088	4	139	13.065	52.258	109.115.623	3,8%
COSTO TOTAL MODELO						2.865.795.328	100,0%

PRIORIZACIÓN DEL FLUJO DE ACUERDO A VOLUMENES MENSUALES

LAYOUT PROPUESTO

COSTO DE TRANSPORTE MATERIAL DISPENSADO A DEPARTAMENTOS POR MES							
Descripción	A	B	C	D	E	F	G
	Distancia Mts	Lotes mes	Tiempo x viaje (min)	Costo por viaje (\$)	Costo de flujo (\$)	Costo de transporte	%
FERTILIZANTES	2400	7	160	15.038	105.269	252.645.120	30,9%
HERBICIDAS	3000	8	200	18.798	150.384	451.152.000	55,3%
AGRICOLA	1260	9	84	7.895	71.056	89.531.114	11,0%
PECUARIO	960	4	64	6.015	24.061	23.098.982	2,8%
COSTO TOTAL MODELO						816.427.217	100,0%

Tabla 5. Resultados del Modelo, representado en los costos del mes para las operaciones de transporte de materiales a los respectivos departamentos, con el flujo de materiales respectivos de acuerdo a los lotes que se realizan, obteniendo el costo total. (Fuente Propia).

- **(tabla numero 5):** en esta tabla lo que encontramos es un balance total por mes de acuerdo a la cantidad de lotes distribuidos a los diferentes departamentos. 1. Fertilizantes, 2. Herbicidas, 3.agricola y 4. Pecuario, obteniendo el costo total del flujo de los materiales como lo representa la grafica 1, y 2 siguiente, observando que los materiales que mas alto flujo tienen son los que movilizan mayores cantidades de materias primas obteniendo unos datos óptimos de disminución de costos con una reducción del 72% en los costos de flujo de acuerdo a los volúmenes mensuales
- **(ilustración 7-8):** en el grafico de barras lo que se observa es el cambio significativo de nuestro modelo aplicando el nuevo diseño el cual se puede comprobar la disminución en cuanto a costos de flujos tiempos, realizando una buena distribución.

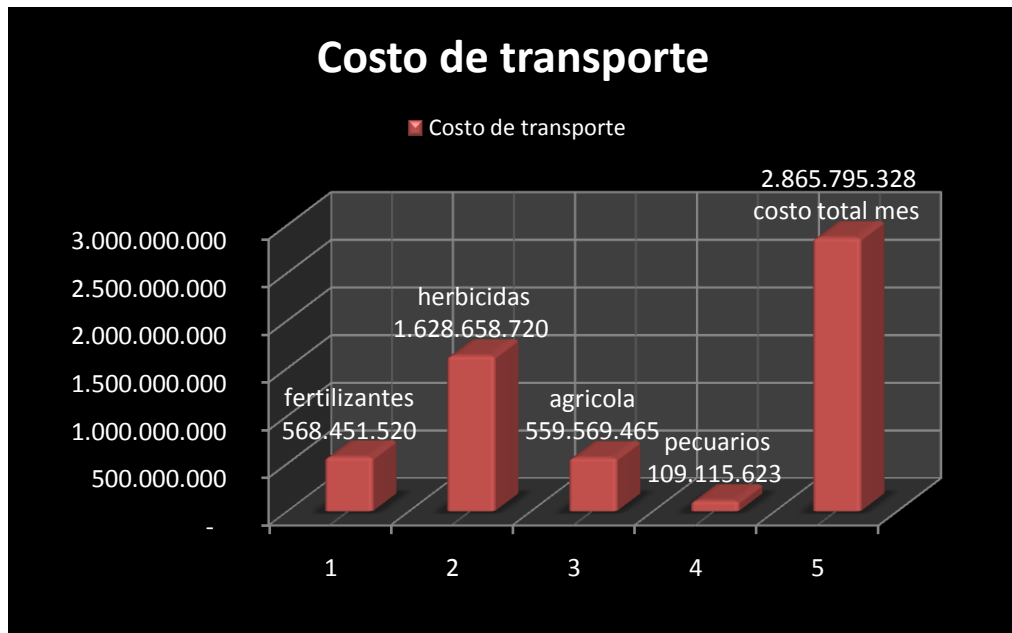


Ilustración 7. Grafico de barras del Layout actual del costo del transporte del mes, para los cuatro departamentos y el costo total. (Fuente Propia).

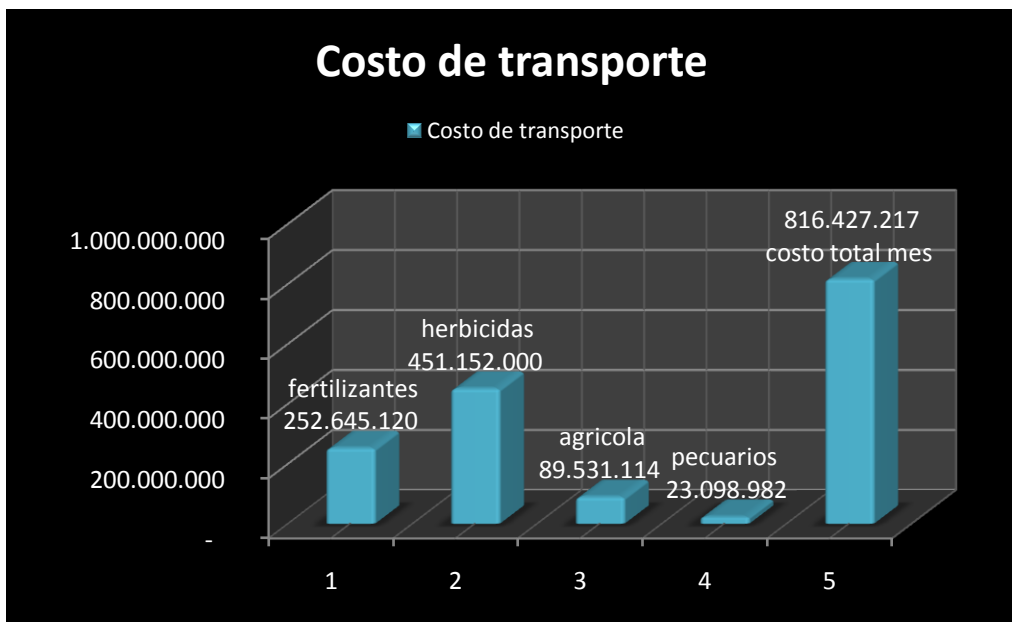


Ilustración 8. Grafico de barras del Layout propuesto del costo del transporte del mes, para los cuatro departamentos y el costo total (Fuente Propia).

7.2. CONCLUSIONES

1. Método Craft es una herramienta práctica. Para la distribución y optimización de recursos y espacios.
2. Con el método CRAFT y la función objetivo se obtuvieron unas reducciones para los costos de transporte, flujo de materiales y el espacio en los almacenes.
3. Con esta implementación la técnica de manejo seguro de materiales desarrollada en la compañía Se verá beneficiada obteniendo mejores resultados para la manipulación en el almacenamiento.
4. El método Craft es una herramienta que servirá como indicador para el área del almacén para medir salidas, flujos y tiempos muertos.
5. Con Craft obtendremos una disposición apropiada para el flujo de materiales de entrada y salida, tiempos en distancia y reducción de costos en la consolidación de los materiales.
6. Aplicando el nuevo modelo se reducirá el número de veces que se manipula o se moviliza el material:
 - Eliminando pasos de carga o descarga extra cuando sea posible.
 - Se descargara lo más cerca de un lugar en donde se necesita el material.
 - La consolidación de los materiales será más eficiente y en menos tiempo.

PRESTACIONES		
a cargo de terceros y parafiscales		
PRESTACION	VALOR	DEFINICION
SALUD Ley 1122 del 2007 Art. 10	Por salario mínimo mes (\$67.000) Empleador:\$ 45.600 Trabajador:\$21.400	Desde el 1 de febrero del 2007 el 12.5% Circular No 101 MinProteccion Empleador:8.5%Trabajador:4%
PENSIONES Ley 797 de 2003 Art.7	Por salario mínimo mes \$ 85.800 Empleador:\$64.400 Trabajador:\$21.400	Cotización: 16%. Empleador:12%Trabajador:4% Decreto 4982 de 2007
RIESGOS PROFESIONALES Decreto 1772 de 1994 Art 13	VALOR INICIAL Salario Mínimo Riesgo I:\$ 2.800 Riesgo II:\$ 5.600 Riesgo III:\$ 13.100 Riesgo IV:\$ 23.300 Riesgo V:\$ 37.300	VALOR INICIAL Según Actividad Económica Riesgo I :0.522% Riesgo II: 1.044% Riesgo III: 2.436% Riesgo IV: 4.350%
		Riesgo V: 6.960% A cargo del Empleador
APORTE ICBF Ley 89 de 1988 SENA Ley 21 de 1982 Cajas de Compensación Familiar	3% ICBF 2% SENA 4% Cajas A cargo de la empresa. Base: Sobre los pagos que constituyan salario. \$ 48.200	Se conocen como aportes parafiscales.
SUBSIDIO FAMILIAR Ley 21 de 1982 y Ley 789 de 2002 Art. 3	Se paga por las Cajas de Compensación Familiar en dinero a quienes devenguen hasta \$2.142.400 (4 salarios mínimos legales mes) Resultante del aporte que la empresa hace a las Cajas	Suma de dinero, pagos en especie y en servicios, que paga la Caja de Compensación Familiar al trabajador

ANEXO Tabla 6. Fuente (Ministerio De Trabajo 2011).

Bibliografía

- Bernabeu, C. (2000). Informe sobre estanterías para el equipamiento de almacenes. *Una solución para cada necesidad*, código 84.
- D., O. R. (2011). Modelamiento de la demanda de servicios logísticos de almacenamiento a través de dinámica de sistemas. *9° Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas*, 1-6.
- Edward H. Frazelle, R. S. (2007). *logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Colombia: grupo editorial norma.
- García, L. A. (2009). gestión logística en almacenes y centros de distribución. *PRACTICA La Sociedad Del Conocimiento*, 1-4.
- INZA, A. U. (2006). *Manual Básico De La Logística Integral*. Madrid: Díaz De Santos.
- Konz, S. (2000). *Diseño De Instalaciones Industriales*. México: Limusa Noriega Editores.
- Norman, G., & Greg, F. (2000). *Administración De La Producción Y Las Operaciones*. Madrid: Internacional Thomson. Editores, S.A.
- Omar Mauricio Gómez Casas¹, D. A. (2010). Plan Maestro de Almacenamiento para la Industria Colchonera. *8th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 1-2.
- Roux, M. (2000). *Manual De La Logística Para La Gestión De Almacenes*. Barcelona: Gestión.
- Vallhonrat, C. (1991). *Localización, Distribución En Planta y Manutención*. Barcelona: Macombo.