Universidad de Cienfuegos Sede "Carlos Rafael Rodríguez"

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Ingeniería Industrial

Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial.

"Propuesta de reordenamiento de la distribución en planta en la Unidad Procesadora El Mambí"

Autora: Ismaray Ruiz Castellanos

Tutor: MSc. Ing. Danny Daniel Hernández Capote

"Cienfuegos, 2016"

Dedicatoria

DEDICATORIA

A mis padres, abuela y en especial a mi madre, pues han sido ellos los que me han impulsado y dado fuerzas para seguir adelante en mi vida, y en este camino que me ha convertido en una profesional.

Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la carrera Ingeniería Industrial por guiarme con sus conocimientos en el transcurso de mis estudios.

A mi tutor Danny Daniel Hernández por su apoyo y dedicación en cada momento.

A los trabajadores de "El Mambí" que de una forma u otra cooperaron en gran medida con esta investigación.

A mis compañeros de grupo que a su lado pasé momentos alegres y muy divertidos, en especial a Anabel que es mi mejor amiga y Mailén que aunque ya no están por algunos motivos, hicieron que me disfrutara al máximo mi carrera y sobre todo darle mucho valor.

A todos, muchas gracias.

Resumen

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Empresa Agropecuaria MININT Cienfuegos, titulado "Propuesta de reordenamiento de la distribución en planta en la Unidad Procesadora El Mambí", con el mismo se pretende obtener una propuesta de redistribución a partir de la introducción de un nuevo equipo en el proceso de elaboración de embutidos. Se realiza una investigación documentada sobre las consideraciones teóricas generales de Distribución en Planta. Además se caracteriza la entidad objeto de estudio y se definen los métodos y herramientas que ayudan a medir, determinar y definir la reordenación de los equipos que intervienen dentro del proceso productivo, reduciendo así el recorrido de los materiales y personas. Para la propuesta de redistribución en planta se utiliza el método de distribución SLP (*Systematic LayoutPlanning*), además de otras técnicas como recopilación de información, entrevistas, revisión de documentos, procesamientos de datos y observación directa, también fueron empleados los diagramasde flujos de procesos,diagrama de Pareto, y paquetes de programas como *Exce*l, Visio y *AutoCad*.A través del criterio de los expertos se realiza la evaluación de las distribuciones propuestas, quedando seleccionada aquella que menos recorrido requiere, existiendo una diferencia de 13.50 metros lineales de desplazamiento con relación a la distribución con que cuenta hoy la instalación.

Abstract

ABSTRACT

This research was conducted in Cienfuegos MININT Farming Company and is titled: “A proposal for rearranging the Plant layout at ‘El Mambí’ Processing Unit”. It aims at proposing a new layout based on new sausage processing equipment”. Following this goal, a document research was conducted on the general theoretical considerations for plant layouts. Furthermore, the subject entity is characterized, along with the methods and tools aiding to measure, determining and defining the arrangement of equipment involved in the production process, thus reducing the path for materials and personnel. For this proposed plant layout, the LSP (Systematic Layout Planning) layout method was used, as well as other data collection methods, such as interviews, document review, data processing and direct observation. Others were also used, including process flow diagrams, Pareto Charts and software suites such as Excel, Visio and AutoCad. Experts’ criteria was utilized to make the assessment of the proposed layouts, selecting the option requiring the shortest path with a difference of 13.50 lineal meters of displacement in respect to the current layout in this facility.

Índice

INDICE **Pág.**

Introducción *1*

Capítulo 1: Consideraciones teóricas generales sobre Distribución en Planta *6*

1.1. Consideraciones teóricas sobre distribución en planta. **7**

1.2. Origen de la distribución en planta. **9**

1.3. Causas que originan el estudio o realización de proyectos de Distribuciones en Planta. **10**

1.4. Objetivos de la distribución en planta. **11**

1.5. Principios básicos de la distribución en planta. **12**

1.6. Ventajas de una adecuada distribución en planta. **13**

1.7. Tipos de distribución en planta. **14**

1.7.1. Características de la distribución en planta por Posición fija. 14

1.7.2. Características de la distribución en planta por producto. 15

1.7.3. Características de la distribución en planta por proceso. 17

1.7.4. Características de las distribuciones híbridas o celulares. 18

1.8. Factores que intervienen en la distribución espacial de una instalación. **19**

1.9. Métodos para determinar la distribución en planta. **26**

1.9.1. Método S.L.P. (*Systematic Layout Planning*) 26

1.9.2. Método húngaro 27

1.9.3. Método Triangular 27

1.9.4. Método de los momentos de carga. 27

1.9.5. Método relacional basado en la teoría de redes. 27

1.10. Utilización de *software* para la distribución en planta. **27**

1.11. Conclusiones parciales del capítulo. **31**

Capítulo 2: Caracterización de la Planta Procesadora "El Mambí" *33*

2.1. Reseña Histórica de la Empresa Agropecuaria MININT Cienfuegos. **33**

2.2. Producciones que comercializan las unidades de la Empresa Agropecuaria. 34

2.3. Caracterización de la Planta Procesadora "El Mambí" 35

2.3.1. Estructura organizativa de la Planta Procesadora "El Mambí". 37

2.3.2. Principales clientes y proveedores 38

2.3.3. Diagnóstico espacial de la Planta Procesadora 'El Mambí". 38

2.3.4. Relación de procesos productivos 38

2.3.5. Descripción del proceso objeto de estudio 40

2.4. Método utilizado para la redistribución en planta de la Unidad procesadora "El Mambí". 42

2.4.1. Método de planeación sistemática de la distribución en planta. (SLP) 43

2.5. Conclusiones parciales del capítulo. 51

Capítulo 3: Propuesta de Redistribución en Planta de la Unidad Procesadora "El Mambí" 53

3.1. Procedimiento para desarrollo del método de Distribución en Planta. *Sistematic Layout Planning (SLP).* 53

3.2. Desarrollo del método Sistematic Layout Planning para determinar la redistribución de la Planta Procesadora ¨El Mambí´. 54

3.3. Análisis de la distribución en planta actual de la Planta Procesadora "El Mambí".. 67

3.4. Conclusiones parciales del capítulo 68

Conclusiones 70

Recomendaciones 72

Referencias Bibliográficas 74

Anexos 83

Introducción

Introducción

Durante muchos años se ha escrito sobre Distribución en Planta, aun así no muchos empresarios han distinguido en este elemento una reserva de productividad y con ello de eficiencia y eficacia. (Vega Alsina, 2009.)

Desde la revolución industrial se ha evidenciado la necesidad de crear espacios apropiados para el desarrollo de las actividades productivas, con el fin de obtener el mejor desempeño en las operaciones. Las primeras técnicas de distribución de planta e instalaciones aparecen durante esta época con las llamadas líneas de producción y estaban dirigidas a la ordenación física de todos los elementos necesarios para la ejecución de los procesos productivos. (Quiceno Orozco & Zuluaga García, 2012. P. 10).

"El área de la planeación de instalaciones ha estado en boga durante muchos años. A pesar de su larga herencia, es uno de los más populares en las publicaciones, conferencias e investigaciones actuales. En el pasado dicha actividad se consideraba, sobre todo una ciencia." (Cabañas Chávez, 2006. p. 3).

Pero ha ido evolucionando y adquiriendo un significado totalmente nuevo, cobrando mayor fuerza en el entorno industrial, debido al incremento de la competitividad y nuevos enfoques relacionados con las formas de producción. (Quiceno Orozco & Zuluaga García, 2012. P. 10).

Con el paso del tiempo la complejidad de los sistemas productivos fue creciendo y así mismo los problemas relacionados con distribución de planta fueron surgiendo. Es por ello que al abordar el problema de la ordenación de los diversos equipos, materiales y personal, se aprecia cómo la distribución en planta, lejos de ser una ciencia, es más bien un arte en el que la pericia y experiencia juegan un papel fundamental. Todas las técnicas son muy simples, puesto que su única utilidad es servir de soporte al verdadero ejecutor que es el ingeniero que desarrolla la distribución.

Las necesidades que motivan el desarrollo de un proyecto de distribución de planta pueden comprender desde el diseño de una planta totalmente nueva hasta la redistribución de una ya existente. No obstante, los problemas de distribución para el diseño de una planta totalmente nueva son más estudiados que los problemas de

mejoramiento de plantas ya existentes, sin embargo, estos últimos se presentan con mayor frecuencia; pues, “En promedio, cada 18 meses ocurren redistribuciones importantes en plantas, como resultado de modificaciones en el diseño del producto, métodos, materiales y proceso.” (Stephen Helba, 2006. p.2).

El beneficio de una adecuada disposición o distribución en planta debe ser no solo económico, debe contemplar también criterios de bienestar, condiciones laborales y la salud de los trabajadores. Por ello cada organización empresarial debe revisar cuidadosamente la disposición de sus áreas y puestos de trabajo para analizar en qué medida contribuyen estas a deficiencias de sus procesos. (Vega Alsina, 2009.)

Actualmente Cuba se encuentra inmersa en un proceso de actualización del modelo económico. En el Sexto Congreso del Partido Comunista de Cuba se ha discutido y analizado el proyecto final de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, los cuales son decisivos para el futuro socialista del país. Su aplicación eficiente constituye hoy uno de los mayores desafíos de la economía cubana para actualizar su modelo económico, esto conlleva directas repercusiones en las industrias agropecuarias y como muestra de ello se puede ver en los lineamientos 207 y 219 referentes a la política industrial y agroindustrial; expresando que se debe ejecutar la transformación gradual de la agroindustria alimentaria incluyendo su desarrollo local, así como la intensificación del proceso de reestructuración de las plantas industriales, logrando la concentración de capacidades dispersas y asegurando el empleo racional de instalaciones y del equipamiento.

La Planta Procesadora El Mambí en el territorio de Cienfuegosla cual cumple con la misión de garantizar la producción de alimentos, es una dependencia del Grupo Empresarial Agropecuario y este a su vez es un miembro del Ministerio del Interior (MININT) de la República de Cuba, este está integrado por varios Órganos que cumplen diferentes misiones entre ellos; Órgano de Cuadro, Prisiones, Aseguramientos y Servicios , Tropas Guarda Frontera, Circuito Guarda Bosque, Centros de Enseñanza, Centro Identificación Registro Población, Órgano Informática Comunicación , además de otros órganos que pertenecen al sector autofinanciado, donde se encuentra Unidad Administrativa Comercial, Provari,SEPSA, y Agencia Protección Contra Incendio.

La Planta Procesadora “El Mambí” es la instalación objeto de estudio para la presente investigación, en ella se elaboran las producciones alimenticias destinadas a los centros recreativos y unidades del MININT. La misma está inmensa en una reorganización de su proceso productivo, debido a la introducción de un nuevo equipo en su proceso de elaboración de embutidos.

Problema de Investigación

¿Cómo insertar una nueva maquinaria en el proceso de elaboración de embutidos, garantizando la organización y el funcionamiento adecuado del trabajo y la producción en la Planta Procesadora “El Mambí”.?

Objetivo General

Realizar una propuesta de redistribución en planta a partir de la introducción de un nuevo equipo en el proceso de elaboración de embutidos en la Planta Procesadora “El Mambí”.

Objetivos específicos

1. Realizar una búsqueda bibliográfica de los aspectos teóricos referidos a la distribución en planta, así como sus métodos y herramientas.
2. Caracterizar la Empresa Agropecuaria e Industrial MININT conjuntamente con su planta procesadora “El Mambí”, la cual será objeto del estudio realizado.
3. Emplear métodos y herramientas propios de distribución en planta para determinarla redistribución más adecuada en dicho proceso.

Justificación de la investigación

Necesidad de realizar una redistribución física de los equipos y puestos de trabajo en la planta procesadora ¨El Mambí¨ debido a la introducción de un nuevo equipo en el proceso de elaboración de embutidos, que garantice un adecuado y eficiente flujo productivo.

La investigación queda estructurada de la siguiente manera:

Resumen

Introducción

Capítulo I: Se muestra de forma organizada las ideas básicas sobre los temas de Distribución en planta. Se exponen las consideraciones teóricas generales sobre distribución en planta, obtenida a partir de la bibliografía consultada, tomando además como referencia las ideas y conceptos expuestos por distintos autores.

Capítulo II: Se realiza una caracterización de la Empresa Agropecuaria e Industrial MININT Cienfuegos y además de su dependencia con la planta procesadora "El Mambí", siendo esta la entidad objeto de estudio en la presente investigación. Se definen los métodos y herramientas a utilizar para el desarrollo de la propuesta de redistribución en planta.

Capítulo III: Se aplica el método de Distribución en Planta seleccionado en el capítulo 2, obteniendo de esta manera varias propuestas de redistribución, seleccionando la más adecuada a través del criterio de los especialistas del centro. A demás se realiza un análisis a modo de comparación entre la redistribución seleccionada y la ya existente en el momento de realizada la investigación.

Finalmente se exponen las conclusiones, recomendaciones que se derivan de la investigación objeto de estudio así como la bibliografía consultada y los anexos que complementan la solución del problema.

Capítulo 1

Capítulo 1: Consideraciones teóricas generales sobre Distribución en Planta.

En el presente capítulo se abarcan una serie de resultados referente al tema de distribución en planta de instalaciones, teniendo en cuenta definiciones, teorías y clasificaciones según el criterio de diferentes autores, derivados a partir de la bibliografía consultada y que favorece el desarrollo posterior de la investigación.

En la figura 1.1 se muestra el hilo conductor para el presente capítulo, el cual muestra de forma ordenada los aspectos a desarrollar en el mismo.

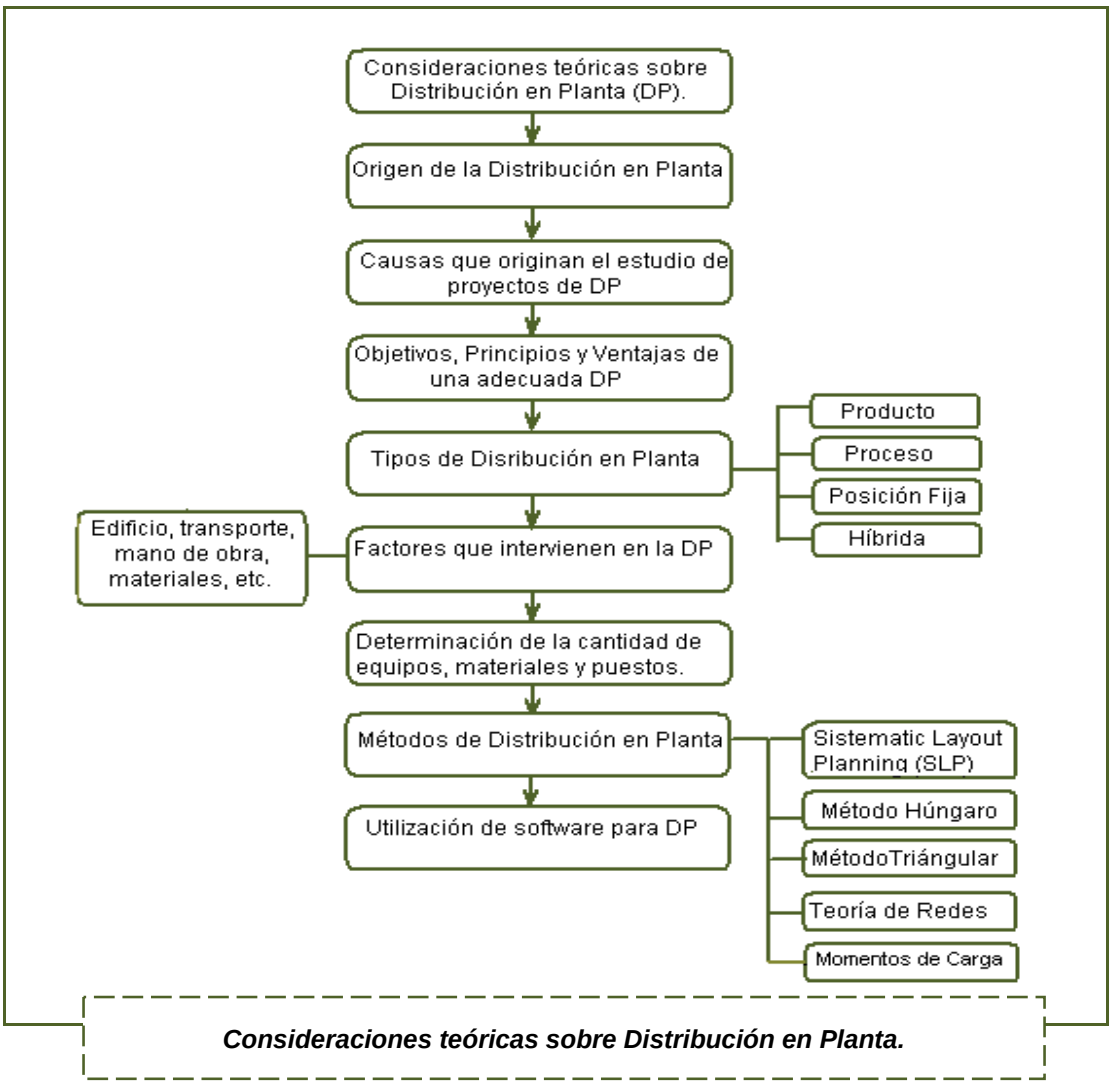


Figura 1.1**:* Hilo Conductor.Fuente:***Elaboración Propia.

1.1. Consideraciones teóricas sobre distribución en planta.

Todas las plantas industriales se encuentran en algún momento con el problema de la distribución o disposición del equipo, ya que este se presenta solo con el hecho de introducir un equipo a la planta.

Es por eso que se denomina distribución en planta a todos aquellos casos en los que sea necesaria la disposición de unos medios físicos en un espacio determinado, ya esté prefijado o no, extendiéndose su utilidad tanto a procesos industriales como de servicios (por ejemplo: fábricas, talleres, grandes almacenes, hospitales, restaurantes, oficinas, etc.).(Vega Alsina, 2009.)

Muchos autores refieren que cuando se trata del problema de la ordenación de los diversos equipos, materiales y personal, la distribución en planta no solo constituye una ciencia, sino más bien un arte en el que la pericia y la experiencia juegan un papel fundamental. (Colectivo de autores,2007)

Varios son los síntomas que ayudan a identificar los problemas de la distribución en planta, su eliminación depende de la mejora de la distribución en planta, siendo esta uno de los factores que contribuye a obtener eficiencia y en algunos casos, la supervivencia de una empresa. (Muther, 1981).

Son varios los autores que señalan su criterio acerca de la distribución en planta como a continuación se muestra:

Según (Muther, 1981a) “La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller”.

“La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del

área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos". (De la Fuente García & Fernández Quesada, 2005)

"Podemos definir la Distribución en Planta como el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible". (Domínguez Machuca, 1995)

"La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos". (García & Fernández Quesada, 2005)

"La decisión de distribución en planta comprende determinar la ubicación de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de almacenamiento de una instalación. Su objetivo general es disponer de estos elementos de manera que se aseguren un flujo continuo de trabajo o un patrón especifico de tráfico". (Chaese y Aquilano, Administración de producción y operaciones Pág., 374)

"La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio". (Muther, Richard, Distribución en planta, 4° edición)

Una vez realizado un análisis de las ideas antes expuestas, la autora de la presente investigación considera acerca de la distribución en planta que no es más que el ordenamiento de los equipos, puestos de trabajo, espacios, área de almacenamiento, etc, dentro de un espacio determinado, capaz de alcanzar los objetivos fijados de forma adecuada y eficienteasegurando además el continuo flujo de trabajo, materiales, personas e información tanto en procesos productivos como de servicios.

La distribución en planta es un campo estudiado desde dos enfoques, el primero teniendo en cuenta elementos de la arquitectura industrial, el cual es defendido por los arquitectos y el segundo la ordenación de los elementos del proceso de producción de una empresa, defendido por los ingenieros industriales. (Del Río Cidoncha, M.G, 2008)

Sin embargo la planificación de la distribución en planta incluye decisiones acerca de la disposición física de los centros de actividad económica dentro de una instalación. Un centro de actividad económica es cualquier entidad que ocupe espacio: una persona o grupo de personas, la ventanilla de un cajero, una máquina, un banco de trabajo o una estación de trabajo, un departamento, una escalera o un pasillo, etc.(Muñoz Hidalgo, 2012.)

Así pues, para llevar a cabo una adecuada distribución en planta ha de tenerse presente que el objetivo fundamental de la planificación de la distribución en planta consiste en permitir que los empleados y el equipo trabajen con mayor eficacia.

1.2. Origen de la distribución en planta.

Históricamente las primeras distribuciones en la antigüedad eran llevadas a cabo por el arquitecto que diseñaba el edificio o por el trabajador que acondicionaba su propio puesto de trabajo. Los documentos históricos encontrados muestran áreas de trabajo organizadas para un servicio específico, pero no reflejan la aplicación de principios básicos asociados a la distribución espacial. (Muñoz Hidalgo, 2012.)

No es hasta el advenimiento de la revolución industrial que la disposición espacial de las plantas de producción toman importancia como objetivo económico para los dueños de las empresas y es así que con el paso del tiempo y la especialización del trabajo se empezaron a crear grupos de especialistas para estudiar los problemas de distribución en planta. De esta manera comenzaron a regir principios y se documentaron técnicas que hoy en día sirven de base para planear distribuciones eficientes y que han hecho de esta disciplina una de las más importantes en los procesos productivos (Maynard, 1985).

Pero con el tiempo la distribución de planta se transformó en objetivo económico, para los propietarios y por ello empezaron a estudiar la ordenación de sus fábricas. Las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización de los procesos. Se dieron cuenta también de que un taller limpio y ordenado era una ayuda tangible. Además la especialización del trabajo empezó a ser tan grande que el manejo de los materiales empezó también a recibir una mayor atención en lo que se refiere a su movimiento entre dos operaciones. Con el tiempo, los propietarios o sus administradores empezaron a crear conjuntos de especialistas para solucionar los problemas de distribución. Con

ellos, llegaron los principios y técnicas que se conocen hoy en día. (Vera Martínez, 2006. p.7)

1.3. Causas que originan el estudio o realización de proyectos de Distribuciones en Planta.

Las causas frecuentes que nos llevan a la realización de proyectos o estudios de Localización y Distribución de Planta pueden estar asociadas a una de las siguientes situaciones (Muñoz Hidalgo, 2012):

- *Proyecto de una Planta Completamente Nueva:* En este tipo de proyecto el grupo de especialistas encargados de la distribución, diseñará el edificio de la empresa desde el principio. Este caso de distribución en planta se suele dar cuando se inicia un nuevo tipo de producción o la fabricación de un nuevo producto o cuando la empresa se expansiona y traslada a una nueva área. Aquí es necesario todo el ingenio y conocimientos del diseñador para una buena distribución.
- *Expansión o Traslado a una Planta ya Existente:* En este caso, los edificios y servicios ya están allí limitando la distribución. El problema principal consiste en adaptar el producto, los elementos y el personal de una organización ya existente en una planta distinta que también ya existe. Este es el mejor momento de mejorar métodos y abandonar viejas prácticas.
- *Reordenación de una Distribución ya Existente:* Esta situación es la más frecuente, sobre todo en los cambios de diseño del producto y en la modernización del equipo de producción. Aquí también existe una limitación dada por las dimensiones del edificio, su forma y en general todas sus instalaciones.
- *Ajustes Menores en una Distribución ya Existente:* Se presenta cuando varían las condiciones de operación, ésta también es una buena oportunidad para introducir diversas mejoras con un mínimo de costos, aplicándose gastos menores para adaptarse a las variaciones de la demanda.

Muchos son los síntomas que ayudan a identificar los problemas de la distribución en planta como muestra la figura 1.2.Su eliminación depende según Muther de la mejora de la distribución en planta, siendo este uno de los factores que contribuye a obtener eficiencia y en algunos casos, la supervivencia de una empresa. (Muther, 1981)

Figura 1.2. Síntomas de problemas de una distribución en planta.***Fuente***: Elaboración propia.

Es absolutamente justificable la necesidad de un estudio detallado de las necesidades de la planta. A partir de estos estudios debe obtenerse una distribución a largo plazo que trate de evitar modificaciones o redistribuciones que representan importantes costos, no sólo económicos sino también temporales, o bien, distribuciones fácilmente adaptables a las variaciones en la demanda del producto fabricado, o de los procesos productivos. Según Muther deben analizarse desde una perspectiva temporal, que garantice la adaptabilidad a nuevas situaciones. (Muther, 1981)

1.4. Objetivos de la distribución en planta.

Según (Muther, 1981a) plantea que la misión del diseñador es encontrar la mejor ordenación de las áreas de trabajo y del equipo en aras a conseguir la máxima economía en el trabajo al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores. Además que para alcanzar el logro satisfactorio de dicha misión se cuenta con los siguientes objetivos:

- Integración de todos los factores que afecten la distribución.
- Movimiento de material según distancias mínimas.
- Circulación del trabajo a través de la planta.
- Utilización “efectiva” de todo el espacio.

- Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores.
- Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones.

Otros objetivos similares a estos descritos han sido citado por varios autores, pero siempre recordando que la Distribución en Planta no es el objetivo sino el medio para lograrlos. La distribución, aunque se torna más científica, continúa dependiendo en gran medida de la pericia y experiencia de quien la realiza. (Muñoz Hidalgo, 2012):

Estos objetivos señalados pueden expresarse también en forma de principios a seguir, los cuales se mencionan a continuación.

1.5. Principios básicos de la distribución en planta.

Los objetivos básicos de una distribución en plantase agrupan en seis principios básicos (Muther, 1981a):

1. **Principio de la satisfacción y de la seguridad:** A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
2. **Principio de la integración de conjunto:** La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
3. **Principio de la mínima distancia recorrida:** A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.
4. **Principio de la circulación o flujo de materiales:** En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.
5. **Principio del espacio cúbico:** La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.
6. **Principio de la flexibilidad:** A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

1.6. Ventajas de una adecuada distribución en planta.

Las ventajas que resultan de una eficiente distribución en planta que no sólo abarque la ordenación más económica de las áreas de trabajo y equipo sino también una ordenación segura y satisfactoria para los empleados, son las siguientes(Diéguez Matellán, Gómez Figueroa, Negrín Sosa, & Pérez Gosende, 2007):

1. Se reducen los riesgos de enfermedades profesionales y de accidentes de trabajo, eliminándose lugares inseguros, pasos peligrosos y materiales en los pasillos.
2. Se mejora la moral y se da mayor satisfacción al obrero, evitando áreas incómodas y que hacen tedioso el trabajo para el personal.
3. Se aumenta la producción, ya que cuanto más perfecta es una distribución se disminuyen los tiempos de proceso y se aceleran los flujos.
4. Se obtiene un menor número de retrasos, reduciéndose y eliminándose los tiempos de espera, al equilibrar los tiempos de trabajo y cargas de cada departamento.
5. Se obtiene un ahorro de espacio, al disminuirse las distancias de recorrido y eliminarse pasillos inútiles y materiales en espera.
6. Se reduce el manejo de materiales distribuyendo por procesos y diseñando líneas de montaje.
7. Se utiliza mejor la maquinaria, la mano de obra y los servicios.
8. Se reduce el material en proceso.
9. Se facilitan las tareas de vigilancia y control, ubicando adecuadamente los puestos de supervisión de manera que se tenga una completa visión de la zona de trabajo y de los puntos de demora.
10. Se reducen los riesgos de deterioro del material y se aumenta la calidad del producto, separando las operaciones que son nocivas unas a otras.
11. Se facilita el ajuste al variar las condiciones. Es decir al prever las ampliaciones, los aumentos de demanda o reducciones del mercado se eliminan los inconvenientes de las expansiones o disminuciones de la planta.
12. Se mejora y facilita el control de costos, al reunir procesos similares, que facilitan la contabilidad de costos.

13. Se obtienen mejores condiciones sanitarias, que son indispensables tanto para la calidad de los productos, como para favorecer la salud de los empleados.

1.7. Tipos de distribución en planta.

De manera general suelen identificarse tres formas básicas de la distribución en planta: las ***orientadas al producto*** y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas, las ***orientadas al proceso*** y asociadas a configuraciones por lotes, y las distribuciones ***por posición fija***, correspondiente a las configuraciones por proyecto.

Sin embargo, a menudo las características del proceso hacen conveniente la utilización de distribuciones combinadas, o sea, que comparten particularidades de más de una de las tres básicas arriba mencionadas. Nos encontramos entonces ante las ***distribuciones celulares o híbridas***, siendo la más común aquella que mezcla las características de las distribuciones por producto y por proceso, dando lugar a las distribuciones en planta por **células de fabricación**.

1.7.1. Características de la distribución en planta por Posición fija.

La distribución en planta por posición fija es apropiada cuando no es posible mover el producto debido a su peso, tamaño, forma, volumen o alguna característica particular que lo impida. Ello provoca que el material base o principal componente del producto final permanezca inmóvil en una posición determinada, de forma que los elementos que sufren el desplazamiento son el personal, la maquinaria, las herramientas y los diversos materiales que son necesarios en la elaboración del producto, así como los propios clientes en su caso (Ver Figura 1.3).

Un ejemplo de ello puede ser:

Proyectos de construcción (por ejemplo: edificios, carreteras, diques, puentes, túneles, etc.)

Proyectos de manufactura por posición fija (por ejemplo: astilleros, aeronáutica, locomotoras, vehículos espaciales, etc.).

Proyectos múltiples que se realizan en un mismo lugar (por ejemplo: agencias de publicidad, estudios de arquitectura, departamentos de I+D, películas, salas de urgencias y quirófanos en los hospitales, etc.)

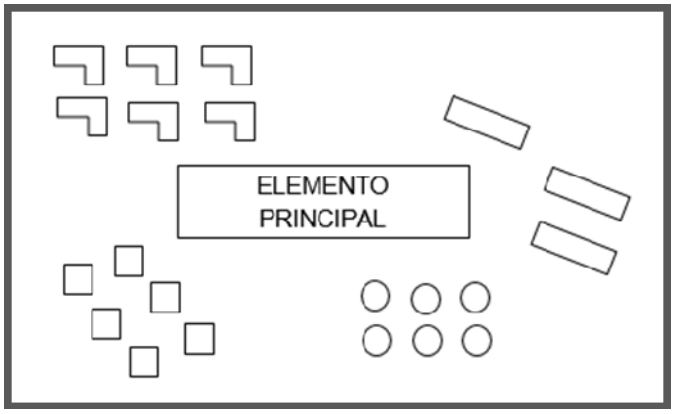


Figura 1.3.Distribución por posición fija.***Fuente:***(Mas, 2010).

A continuación en la tabla 1.1 se muestra algunas de las ventajas y e inconvenientes que ofrece este tipo de distribución en planta y que además es frecuentemente utilizada.

Tabla 1.1. Ventajas e Inconvenientes de la distribución en planta por posición fija. ***Fuente:*** *(*Diéguez Matellán, Gómez Figueroa, Negrín Sosa, & Pérez Gosende, 2007*).*

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda cuando:
• Poca manipulación de la unidad principal de montaje. • Alta flexibilidad para adaptarse a variantes de un producto e incluso a una diversidad de productos.	• Ocupación de espacio. • Movimiento de las piezas hasta el emplazamiento principal de montaje. • Dificultad para utilizar equipos difíciles de mover.	• El costo de mover la pieza principal es elevado. • El número de unidades a producir es bajo. • Las operaciones requieren principalmente trabajo manual o herramientas o maquinaria ligera.

Como se pudo observar esta distribución a pesar de ser una de las más usadas presenta varios inconvenientes que dificultan en gran medida la función del trabajo a realizar.

1.7.2. Características de la distribución en planta por producto.

La distribución en planta por producto es la adoptada cuando la producción está organizada bien de forma continua, bien repetitiva, siendo el caso más característico el de las cadenas de montaje. En el primer caso (por ejemplo: refinerías, celulosas,

centrales eléctricas, etc.), la correcta interrelación de las operaciones se consigue a través del diseño de la distribución y las especificaciones de los equipos. En el segundo caso, el de las configuraciones repetitivas (por ejemplo: electrodomésticos, vehículos de tracción mecánica, cadenas de lavado de vehículos, etc.), el aspecto crucial de las interrelaciones pasará por el equilibrado de la línea con objeto de evitar los problemas derivados de los cuellos de botella desde que entra la materia prima hasta que sale el producto terminado (Ver Figura 1.4).

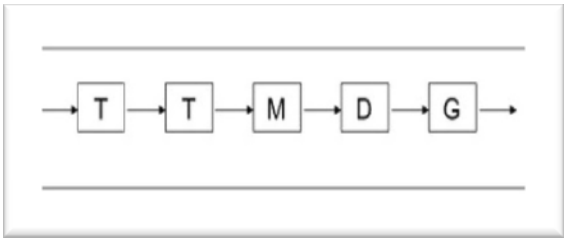


Figura 1. 4.Formas más habituales de las distribuciones en planta por producto*.*
Fuente:(Diéguez Matellán, Gómez Figueroa, Negrín Sosa, & Pérez Gosende, 2007).

Esta distribución muy usada en talleres y fábricas presenta ventajas superiores a la distribución por posición fija, aunque presenta también un gran número de inconvenientes, lo cual se muestra a continuación en la tabla 1.2.

Tabla 1.2: Ventajas e Inconvenientes de la distribución en planta por Producto. ***Fuente:*** (Diéguez Matellán, Gómez Figueroa, Negrín Sosa, & Pérez Gosende, 2007).

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda cuando:
• Mínima manipulación de materiales. • Reducción del tiempo entre el inicio del proceso y la obtención del producto acabado. • Menos material en curso. • Mano de obra más fácil de entrenar y de sustituir. • Programación y control sencillos.	• Mayor inversión. • Rigidez. • Diseño y puesta a punto más complejos. • El ritmo de producción lo marca la máquina más lenta. • Una avería puede interrumpir todo el proceso. • Tiempos muertos en algunos puestos de trabajo. • El aumento del rendimiento individual no repercute en el rendimiento global.	• Alto volumen de producción de unidades idénticas o bastante parecidas. • Demanda estable.

Esta distribución como se puede apreciar presenta un trabajo continuo, lo que significa que un incidente ocurrido solo en un puesto de trabajo repercutirá en el proceso en general, esta distribución además de tener numerosas ventajas no queda salvada de presentar igualmente un gran número de desventajas mencionadas en la tabla anterior.

1.7.3. Características de la distribución en planta por proceso.

La distribución en planta por proceso se adopta cuando la producción se organiza por lotes (por ejemplo: muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones sean denominadas por funciones o por talleres. En ellas los distintos ítems tienen que moverse de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecidas para su obtención (Ver Figura 1.5).

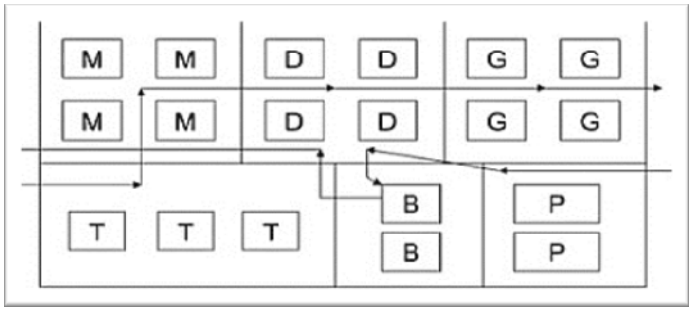


Figura 1. 5.Distribución en planta por proceso.***Fuente:***(Mas, 2010).

Las ventajas e inconvenientes de esta distribución agrupada por lotes se muestran en la tabla 1.3.

Tabla 1.3: Ventajas e Inconvenientes de la distribución en planta por Proceso.***Fuente:***(Diéguez Matellán, Gómez Figueroa, Negrín Sosa, & Pérez Gosende, 2007).

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda cuando:
• Mayor utilización de los equipos y por tanto menor inversión. • Flexibilidad para los cambios en los productos y en la demanda. • Mayor fiabilidad. • Posibilidad de individualizar rendimientos.	• Movimiento de materiales costoso. • Alto stock de materiales en curso de elaboración. • Programación compleja.	• Variedad de productos y demanda baja o intermitente de cada uno de ellos. • Maquinaria cara odifícil de trasladar.

Esta distribución como se puede apreciar requiere de la misma maquinaria para producir una amplia gama de productos pero que se produce un volumen pequeño de cada producto.

1.7.4. Características de las distribuciones híbridas o celulares.

Los diseños híbridos en esencia, buscan poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas derivadas de las distribuciones por producto y las distribuciones por proceso (Ver Figura 1.6), particularmente de la eficiencia de las primeras y de la flexibilidad de las segundas, permitiendo que un sistema de alto volumen y uno de bajo volumen coexistan en la misma instalación.

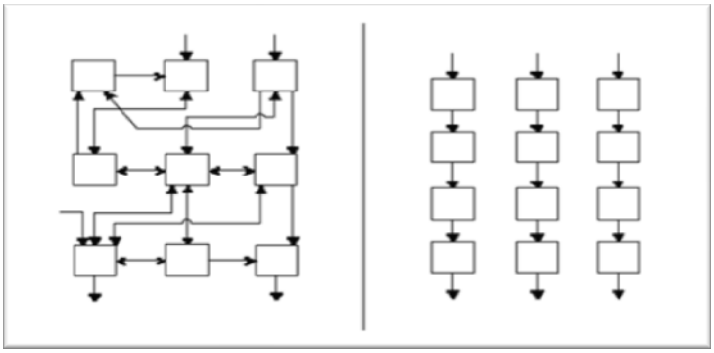


Figura 1.6.Distribución en planta por proceso y por producto (híbridas).***Fuente:***(Mas, 2010).

A continuación se muestra en la figura 1.4 las ventajas e inconvenientes de la distribución en planta híbrida o celular:

Tabla 1.4. Ventajas e Inconvenientes de la distribución en planta híbrida.***Fuente:*** *(*Diéguez Matellán, Gómez Figueroa, Negrín Sosa, & Pérez Gosende, 2007*).*

Ventajas	Inconvenientes
• Mejora de las relaciones humanas (en las células un equipo de trabajadores completa una unidad de trabajo. Estos son entrenados para manejar cualquiera de las maquinarias de su célula y asumen de forma conjunta la responsabilidad de los resultados de los *outputs*). • Mejora de la pericia de los operarios (los trabajadores realizan solo un número limitado de ítems en un ciclo de producción finito. El incremento en la repetitividad permite un aprendizaje más rápido). • Disminución del material en proceso (una	• Incremento del costo y desorganización por el cambio de una distribución de proceso a una celular. • Normalmente, reducción de la flexibilidad del proceso. • Potencial incremento de los tiempos inactivos de las máquinas (estas se encuentran ahora dedicadas a la célula y difícilmente podrán ser utilizadas todo el tiempo). • Riesgo de que las células queden obsoletas a medida que cambian

misma célula engloba varias etapas del proceso de producción, por lo que el traslado y manejo de materiales a través de la planta se ve reducido). • Disminución de los tiempos de preparación (hay que hacer menos cambios de herramientas puesto que el tipo de ítems a los que se dedican los equipos esta ahora limitado). • Disminución de los tiempos de fabricación. • Simplificación de la planificación. • Se facilita la supervisión y el control visual.	los productos y/o los procesos.

Esta distribución como se había comentado a continuación se beneficia de las ventajas de las distribuciones por producto y las distribuciones por proceso.

1.8. Factores que intervienen en la distribución espacial de una instalación.

Al diseñar una distribución en planta, es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. La influencia e 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.

A continuación se muestra en la figura 1.7 algunos de los factores implicados en la distribución en planta.

Figura 1.7: Factores que afecta a la distribución en planta. ***Fuente:****Google, Factores que afectan la distribución en planta.*

De manera agregada estos factores que tienen influencia sobre cualquier distribución en planta pueden encuadrarse en ocho grupos, los cuales serán comentados a continuación (Diéguez Matellán, Gómez Figueroa, Negrín Sosa, & Pérez Gosende, 2007):

Los Materiales:

Dado que el objetivo fundamental del subsistema de operaciones es la obtención de los bienes y servicios que requiere el mercado, la distribución de los factores productivos dependerá necesariamente de las características de aquellos y de los materiales sobre los que haya que trabajar. A este respecto son factores fundamentales a considerar el tamaño, forma, volumen, peso y características físicas y químicas de los mismos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento. (Ver figura 1.8)

Figura 1.8: Ejemplo de materiales de costura. ***Fuente:****Google, Factores que afectan la distribución en planta.*

El material es el factor más importante en una distribución, este incluye los siguientes elementos o particularidades:

- Materias primas.
- Materias entrantes.
- Material en proceso.
- Productos acabados.
- Material saliente o embalado.
- Materiales accesorios empleados en el proceso.
- Piezas rechazadas a recuperar o repiten.

- Material de recuperación.
- Chatarra, viruta, desperdicios, desechos.
- Materiales de embalaje.
- Materiales para mantenimiento. Taller de utillajes u otros servicios.

La maquinaria

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información respecto a los procesos a emplear, a la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como la utilización y requerimientos de los mismos. La importancia de los procesos radica en que estos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar y ordenar. (Ver figura 1.9)

Figura 1.9: Ejemplo de maquinaria que se utiliza en una fábrica. ***Fuente:****Google, Factores que afectan la distribución en planta.*

Además se habrá de considerar su topología y el número existente de cada clase. El conocimiento de factores relativos a la maquinaria en general, tales como espacio requerido, forma, altura y peso, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgos para el personal, necesidad de servicios auxiliares, etc., se muestra indispensable para poder afrontar un correcto y completo estudio de distribución en planta.

La mano de obra

También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa, como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados, junto con otros factores, tales como iluminación, ventilación, temperatura, ruidos, etc. (Ver figura 1.10)

Figura 1.10: Ejemplo de mano de obra en un taller mecánico. ***Fuente:****Google, Factores que afectan la distribución en planta.*

Como factor producción, el hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria. Se le puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, entrenarle para nuevas operaciones y generalmente, encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas. Por esta misma razón, muchos ingenieros de distribución y muchos directores continúan aún (empujando a los operarios de un lado para otro.)

El movimiento

El movimiento de uno, al menos de los tres elementos básicos de la producción (material, hombres y maquinarias es esencial).

En relación con este factor hay que tener presente que las manipulaciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que intentar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de los manejos innecesarios y antieconómicos.

Las esperas

Uno de los objetivos que se persiguen al estudiar la distribución en planta es conseguir que la distribución de materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el costo

que suponen las esperas y demoras que tienen lugar cuando dicha circulación se detiene.

Cuando la distribución está correctamente planeada, los circuitos de flujo de material se reducen a un grado óptimo. Nuestro objetivo es una circulación material clara y veloz del material a través de la planta, siempre en progreso hacía el acabado del producto.

Siempre que los materiales son detenidos, tienen lugar las esperas o demoras, y éstas cuestan dinero.

Los servicios auxiliares

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos podemos citar los relativos al personal (por ejemplo: la inspección y control de calidad) y los relativos a la maquinaria (por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares).

Se refiere a servicios de una planta a las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividades a los trabajadores, materiales y maquinaria.

El edificio

Tanto si planeamos una distribución para una planta enteramente nueva o para un edificio ya existente como si reordenamos una distribución en vigencia, debemos conceder al edificio la importancia que en realidad tiene.

Algunas industrias pueden operar en casi cualquier edificio industrial que tenga el número usual de paredes, techos, pisos y líneas de utilización. Unas pocas funciones realmente sin ningún edificio. Otras en cambio requieren estructuras industriales expresamente diseñadas para albergar sus operaciones específicas. A pesar de que el edificio es el corazón que cubre a los operarios, materiales, maquinaria y actividades auxiliares, puede ser y a veces debe ser una parte integrante de la distribución en planta.

Los elementos o particularidades del factor edificio que con mayor frecuencia intervienen en el problema de la distribución son:

- Edificio especial o de usos general.
- Edificio de un solo piso o de varios.
- Su forma.
- Sótanos o altillos.
- Ventanas.
- Suelos.
- Cubiertas y techos.
- Paredes y columnas.
- Ascensores, montacargas, escaleras, etc.

Los cambios

Uno de los objetivos que se persiguen con la distribución en planta es su flexibilidad, por tanto, es necesario prever las variaciones futuras para evitar que los posibles cambios en los restantes factores lleguen a transformar una distribución en planta eficiente en otra anticuada que merme beneficios potenciales.

Las condiciones de trabajo cambian y estos cambios afectan a la distribución en mayor o menor grado. El cambio es una parte básica de todo concepto de mejora y su frecuencia y rapidez se va haciendo cada día mayor. Por lo tanto a pesar de que se planean nuevas distribuciones, se debe revisar constantemente las establecidas previamente, pues de otro modo puede ocurrir la desagradable sorpresa de que una distribución anticuada esté mermando una buena cantidad de beneficios potenciales.

Las diversas consideraciones del factor cambio, incluyen:

- Cambio en los materiales (diseño del producto, materiales, demanda, variedad.
- Cambio en la maquinaria (proceso y métodos).
- Cambio en el personal (horas de trabajo, organización o supervisión, habilidades).

- Cambio en las actividades auxiliares (manejo, almacenamiento, servicios, edificio).
- Cambios externos y limitaciones debidas a la instalación.

1.9. Métodos para determinar la distribución en planta.

La bibliografía consultada reconoce diversos métodos para determinar una distribución en planta o *Layout*. Entre estos, los más utilizados son los siguientes:

1.9.1. Método S.L.P. (*Systematic Layout Planning*)

Cuando la distribución en planta deba realizarse teniendo en cuenta factores cualitativos, la técnica comúnmente aplicada es la desarrollada por (Muther&Wheeler, 1994) denominada S.L.P. En ella las prioridades de cercanía entre departamentos se asimilan a un código de letras siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria) y U (no importante); la indeseabilidad se representa por la letra X.

Dichas especificaciones se recogen en un cuadro o gráfico de interrelaciones que muestra además las razones que motivan el grado de preferencia expresado. El proceso continuará dibujando una serie de recuadros que representan a los departamentos en el mismo orden en que aparecen en el cuadro de interrelaciones, los cuales serán unidos por arcos cuya representación gráfica muestra las prioridades de cercanía que los relacionan. A continuación, este diagrama se va ajustando por prueba y error, comenzando por situar los departamentos relacionados con arcos A juntos entre sí y los relacionados con arcos X lo más alejados posible. Cuando esto se ha conseguido, se intentará unir cuanto se pueda los departamentos relacionados con arcos E, después los relacionados con arcos I y finalmente los relacionados con arcos O, hasta que se llegue a obtener una distribución satisfactoria. Una vez obtenida la disposición relativa, se procederá a dar forma a la misma considerando las superficies y restricciones de espacio con que cuenta cada departamento.

1.9.2. Método húngaro

Dada sus características, este método se usa cuando se adopta para un grupo de máquinas considerando una estructura espacial basada en el principio de organización individual de los puestos de trabajo, se aplica cuando las máquinas no poseen relaciones entre ellas y solo se relacionan con elementos limítrofes de otros sistemas parciales relacionados con este (Schmigalla, 1970).

1.9.3. Método Triangular

Este método pertenece a los de carácter aproximado o heurísticos, el fundamento de este método es el ordenamiento esquemático de las máquinas o grupos de ellas en los vértices de una red triangular equilátera, de forma tal que el gasto de transporte total sea mínimo (Schmigalla, 1964) (Bloch, 1950).

1.9.4. Método de los momentos de carga.

Se emplea con el objetivo de reducir los retrocesos en el flujo de producción de una serie de productos o piezas que poseen secuencias de elaboración similares, pero no iguales; y que su producción se organiza espacialmente según el principio de líneas (estructura en líneas) (Woithe& Hernández Pérez, 1986).

1.9.5. Método relacional basado en la teoría de redes.

Este método es operativo para determinar la posición relativa de diferentes unidades sobre la base de relaciones deseadas de cercanía o adyacencia entre ellas. Solo es factible su aplicación cuando la distribución se realiza a un solo nivel de piso (Diéguez Matellán, Gómez Figueroa, Negrín Sosa, & Pérez Gosende, 2007).

1.10. Utilización de *software* para la distribución en planta.

Debido al elevado número de factores que han de ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar una distribución y al enorme número de cálculos y posibilidades en los problemas de distribución, la computadora juega un papel importante facilitando el desarrollo de los cálculos. Los programas desarrollados para asistir a la distribución en

planta pueden utilizar criterios cuantitativos o cualitativos (Woithe& Hernández Pérez, 1986). Pese a no existir en el mercado software capaz de encontrar la mejor solución para los problemas de distribución en planta, existen paquetes informáticos que se acercan mucho a la mejor solución, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

CRAFT (*Computer Relative Allocation of Facilities Technique*)

Desarrollado por (Armour&Buffa, 1963) CRAFT, es el primer programa de ordenador para la optimización de *layouts*, siendo su desarrollo casi idéntico al algoritmo básico de transposición. Este programa parte de una distribución previa que ha de tomarse como punto de partida y supone que el costo de las interrelaciones entre operaciones o departamentos es producto de las matrices de distancia e intensidades de tráfico, que son las entradas del problema.

Tras calcular el costo que genera la distribución inicial, intercambia los departamentos de dos en dos (versiones más avanzadas lo hacen de tres en tres), evaluando el costo de cada cambio y adoptando de entre todos aquel con menor costo, aplicándoles a éste el mismo proceso. Cuando el costo no puede ser disminuido o se ha alcanzado un total de iteraciones específicas, la mejor ordenación conseguida se imprime como solución.

ALDEP (*Automated Layout Design Program*)

ALDEP fue desarrollado por la *International Business Machine* (IBM) y corresponde a un programa de construcción ya que se basa en la sucesiva selección y emplazamiento de secciones a partir de los requerimientos de proximidad. Usa una matriz de código de letras similar a las especificaciones de prioridad de cercanía de Muther. Dicha clasificación es traducida a términos cuantitativos para facilitar la evaluación. Las entradas del programa son la planta del edificio y la situación de elementos fijos, permitiendo seleccionar emplazamientos para determinados departamentos.

Utiliza un algoritmo de barrido, de forma que selecciona aleatoriamente un primer departamento y lo sitúa en la esquina noroeste de la planta, colocando los demás de forma sucesiva en función de las especificaciones de proximidad dadas (Seehof& Evans, 1967).

CORELAP (*Computerized Relationship Layout Planning*)

CORELAP tuvo su origen en el departamento de ingeniería industrial de la *NortheasternUniversity*, también se trata de un programa de construcción, entre otros datos requiere como entradas la especificación de los tamaños de los departamentos y algunas dimensiones de la planta. En lo que será el centro de la distribución sitúa el departamento que está más interrelacionado con el resto y en sucesivas iteraciones, va colocando los demás en función de su necesidad de cercanía con los ya colocados. Las soluciones obtenidas se caracterizan por la irregularidad en las formas. (Moore, 1967).

FLAP (*FacilitiesLayoutApplet/Application*)

FLAP es un programa de aplicación reciente que permite visualizar soluciones óptimas a los problemas de distribución de plantas, mediante métodos heurísticos, que ubican los departamentos, minimizando el costo del flujo y distancia entre cada par de ellos. Su función objetiva es por tanto el costo total de la disposición, que se halla sumando los flujos en ambas direcciones entre los departamentos. Fue creado por dos profesores de la Universidad de Berkeley de California en 1998 y está diseñado para ejecutarse en el entorno del compilador Java v.1.1. (Diéguez Matellán, Gómez Figueroa, Negrín Sosa, & Pérez Gosende, 2007).

AB-POM

Es una aplicación versátil que permite la solución de una gran cantidad de problemas en el campo de la investigación operativa. Incluye 18 módulos útiles para analizar una gran variedad de problemas asociados a la programación lineal, la planeación agregada, la teoría de colas, la planeación del requerimiento de materiales, la localización y distribución en planta, entre otros. (Allyn& Bacon, 1991).

WINQSB o QSB (*QuantitativeSystem Business*)

Desarrollado por el Dr. Yih-Long Chang, podría decirse que es el software más utilizado en la actualidad por estudiantes de pregrados y postgrados, QSB es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones ya que permite la solución de una gran cantidad de problemas, contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa. El sistema está formado por distintos módulos, uno para cada tipo de modelo o problema.

1.11. Conclusiones parciales del capítulo.

1. Mediante la confección del presente capítulo se pudo realizar un análisis bibliográfico para recopilar aspectos teóricos relacionados con la distribución en planta y que aportaron criterios a seguir para la toma de decisiones de la presente investigación.
2. Se analizan los elementos y conceptos fundamentales sobre la distribución en planta resaltando la existencia de diversas metodologías y procedimientos, las causas que la originen síntomas y problemas en la misma.
3. La distribución en planta no solo ofrece la ordenación más económica de los puestos de trabajo sino la ordenación más satisfactoria en donde los empleados cuentan con la mayor seguridad dentro de su espacio de trabajo.

Capítulo II

Capítulo 2: Caracterización de la Planta Procesadora "El Mambí"

En el presente capítulo se realiza una caracterización de la Empresa Agropecuaria e Industrial MININT Cienfuegos, así como su Planta Procesadora "El Mambí" la cual es objeto de estudio de la presente investigación. Con el objetivo de obtener una adecuada distribución en planta para esta instalación, será necesario aplicar el método de distribución en panta *Systematic LayoutPlanning*, comúnmente conocido como SLP, el cual se detalla más adelante en el desarrollo de este capítulo.

2.1. Reseña Histórica de la Empresa Agropecuaria MININT Cienfuegos.

La Empresa Provincial Agropecuaria , fue creada 7 de julio del 1988 por acuerdos del Consejo de Ministro aprobar las normas sobre la unión de Empresa Estatal (de subordinación nacional), la cual la conforma cinco granjas especializadas ubicadas en diferentes Municipios, una Planta Procesadora, la Base de Aseguramiento y las Oficinas Centrales, los que rinden información a la Provincia, Balance de Comprobación, Balance General, Estado de Utilidad o Pérdida, Indicadores Económicos, Informe de Ingresos y Pagos, Cuentas por Cobrar y Pagar por edades, Conciliación Bancaria etc.

Su objeto social es la de producir viandas, hortalizas, granos, frutales y otros para el consumo humano, producir posturas de frutales, maderables y de semillas, producir carnes de cerdo, aves, de res, ovino-caprino, de conejo, desarrollar la producción acuícola, producir huevos, miel y sus derivados, elaborar dulces, vegetales en combustible y la producción de carbón vegetal además de desarrollar producciones agrícolas, pecuarias e industriales y sus insumos o aseguramientos destinados a la alimentación humana y animal.

Al cierre del año 2015 la empresa cuenta con una plantilla de 523 trabajadores, de ellos 93 son reclusos, 429 civiles y un militar.

En la Figura 2.1 se muestra su estructura organizativa:

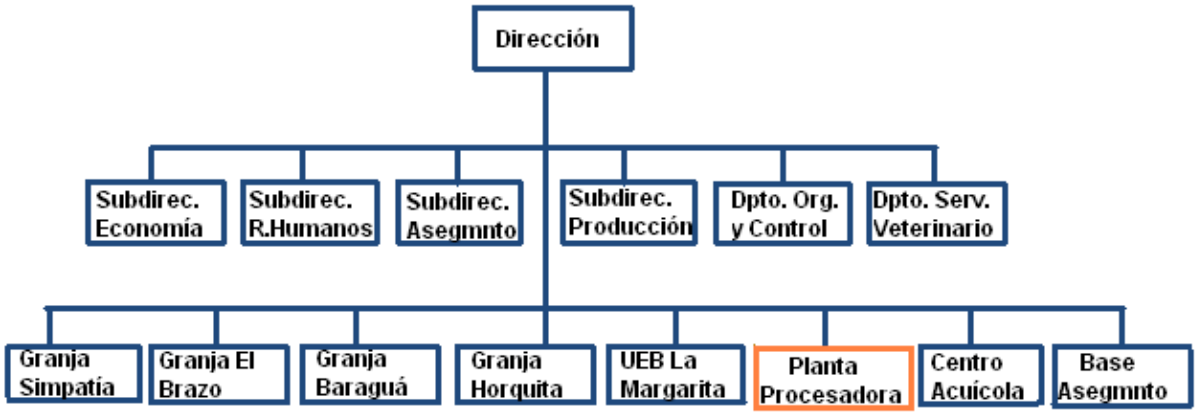


***Figura 2.1**: Organigrama de la Empresa Agropecuaria e Industrial MININT. **Fuente**: Elaboración Propia.*

De todas sus dependencias se escoge para realizar la presente investigación la planta procesadora, por ser esta una de las que mayor producción e ingresos le reporta a la empresa.

2.2. Producciones que comercializan las unidades de la Empresa Agropecuaria.

Cada una de las dependencias de la Empresa Agropecuaria está dedicada a diferentes producciones, pero todas con el mismo fin de abastecer los demás organismos del MININT, a continuación se desglosan las producciones por cada una de estas unidades:

Tabla 2.1: Producciones que se comercializan en cada unidad de la Empresa Agropecuaria.
Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD	*PRODUCCIONES*
Granja El Brazo	Cultivar y comercializar de forma mayorista viandas, hortalizas, cereales, tubérculos, leguminosas, cítricos y frutas. Animales en pie y sus carnes, porcina, avícola, equina, y la cunicultura. Posturas de árboles frutales y maderables y plantas ornamentales.
Granja Simpatía	Producir y comercializar de forma mayorista animales en pie y sus carnes, de la ganadería porcina, avícola, vacuna, ovina, caprina, equina y la cunicultura. Leche fluida y derivados lácteos. Forrajes, palmiche, piensos secos y líquido.

Granja Horquita	Cultivar y comercializar de forma mayorista viandas, hortalizas, cereales, tubérculos, leguminosas, cítricos y frutas.
Granja Baraguá	Cultivar y comercializar de forma mayorista viandas, hortalizas, cereales, tubérculos, leguminosas, cítricos y frutas. Posturas de árboles frutales y maderables y plantas ornamentales. Animales en pie y sus carnes, porcina, avícola, y huevos
UEB La Margarita	Cultivar y comercializar de forma mayorista viandas, hortalizas, cereales, tubérculos, leguminosas, cítricos y frutas. Posturas de árboles frutales y maderables y plantas ornamentales. animales en pie y sus carnes, porcina, avícola
Centro Acuícola	Capturar y comercializar de forma mayorista pescado de agua dulce y salada, así como sus subproductos.
Base de Asegmnto	Prestar servicios de transportación de los productos que comercializa

En la tabla anterior se presentan las producciones de cada una de las unidades pertenecientes a la empresa agropecuaria e industrial MININT Cienfuegos.

2.3. Caracterización de la Planta Procesadora "El Mambí"

La Planta Procesadora "El Mambí" está subordinada administrativa y metodológicamente a la Empresa Agropecuaria del Ministerio del Interior (MININT), el mismo inició sus actividades en el año 1995. Cuenta con tres edificaciones, una para el área de matadero, otra para la industria donde se recibe la materia prima, se elabora y finalmente se distribuye, aledaña a la misma se encuentra el almacén y las oficinas. En la tercera edificación están los baños sanitarios y el resto de las oficinas. La instalación está ubicada en la avenida 64 Final, Tulipán, municipio Cienfuegos, ocupando un área de 1859.9 m^2. (Ver figura 2.2).

Figura 2.2: *Ubicación geográfica de la planta procesadora "El Mambí".* ***Fuente:*** *Reyes Díaz, 2013.*

Objeto social:

Producir y comercializar de forma minorista, en moneda nacional productos cárnicos, así como sus derivados. Además produce y comercializa dulces y pieles.

Misión:

Producción y Venta de: Dulces, Carnes Frescas y sus Derivados (tanto de Ganado Porcino, Ovino y Vacuno) a todas las Entidades del MININT.

Los productos que aquí se elaboran están diseñados para ser consumidos por la población tanto Adulta como Infantil. Para satisfacer las necesidades de alimentos a la población con una imagen de calidad, variedad y sistematicidad, a través de los organismos que prestan servicios a La Empresa Agropecuaria del MININT, mediante la producción y venta de dulces, carnes frescas, embutidos y sus derivados (tanto de ganado porcino, ovino y vacuno) a las entidades del MININT. Desarrollando un trabajo en grupo sostenido y estable que propicie la dirección participativa y considerando el factor humano como clave del éxito.

Visión:

Asegurar un crecimiento constante en los ingresos siendo uno de los principales suministradores de la Empresa Agropecuaria del MININT en el Territorio, que nos distinga por tener la confianza y preferencia de proveedores y clientes, además de una amplia utilización de tecnología avanzada.

Objeto social:

Producir y comercializar de forma minorista y en moneda nacional, dulces, carnes frescas, embutidos y otros derivado.

2.3.1. Estructura organizativa de la Planta Procesadora "El Mambí".

La estructura organizativa de la entidad está compuesta por 1 departamento económico y 3 áreas de producción como se muestra en la figura 2.3.

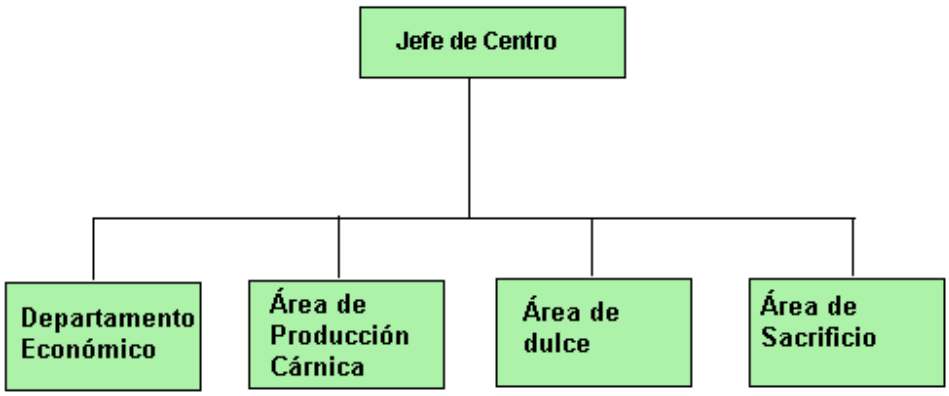


Figura 2.3: *Organigrama de la planta procesadora "El Mambí".* ***Fuente:*** *Elaboración propia.*

La plantilla aprobada cuenta con un total de 24 trabajadores, de ellos 2 dirigentes, 1 administrativo, 3 técnicos y 18 obreros, los cuales representan más del 70% de la fuerza laboral con que cuenta esta entidad ya que las actividades que se desarrollan no requieren de una mano de pobra altamente calificada : Ver figura 2.4.

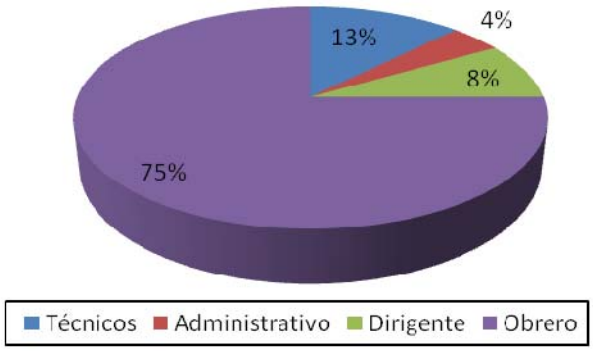


Figura 2.4: *Representación en porciento de la plantilla ocupacional de la planta procesadora "El Mambí".* ***Fuente:*** *Elaboración Propia.*

2.3.2. Principales clientes y proveedores

Los principales proveedores que presenta la entidad son: las Granjas El Milagro , El Brazo, Ariza y Arriete, las cuales son las encargadas de suministrar la carne de cerdo , la granja Simpatía es la encargada de suministrar la carne de res. Además de otros como Acueducto y UNE ya que suministran el agua y la electricidad, necesarias para la producciones y para dar cumplimiento al objetivo social de la empresa.

La entidad tiene identificados como principales clientes a los comedores, centros recreativos, empresas, así como los trabajadores del MININT.

2.3.3. Diagnóstico espacial de la Planta Procesadora 'El Mambí".

Este centro tiene una estructura de tres edificaciones, una para el área del matadero, otra para la industria donde se recibe la materia prima, se elabora y finalmente se distribuye. En la tercera edificación están los baños sanitarios y las oficinas. Esta estructura representa un área total de 407.75 m^2 desglosada en la tabla 2.2.

Tabla 2.2: *Dimensiones de las áreas y departamentos.* ***Fuente:*** *Elaboración Propia.*

Local o Departamento	Área (m^2)
Losa Sanitaria	149.35
Centro de Elaboración	63.60
Área de Oficinas	56.45
Corraletas	138.35
TOTAL (m^2)	**407.75**

En la tabla anterior se puede apreciar el desglose de cada local o departamento existente de la planta procesadora.

2.3.4.Relación de procesos productivos

La Planta Procesadora "El Mambí" cuenta con seis procesos claves para su producción, a continuación se hace mención de los mismos y se describen los productos que se elaboran en cada uno de ellos:

1) **Proceso de elaboración de ahumados**

- Pierna
- Paleta
- Lomos
- Lacón
- Cabeza
- Trozo

2) Proceso de elaboración de salados

- Cerdo
- Cabeza Salada
- Otros salados

3) Proceso de elaboración de masas

- Picadillo de cerdo y res
- Picadillo de pescado
- Picadillo MDM
- Masa de croqueta de cerne
- Masa de croqueta de pescado
- Masa de hamburguesa de carne
- Masa de hamburguesa de pescado
- Masa de chorizo

4) Proceso de elaboración de embutidos

- Chorizo de res y cerdo
- Chorizo de pescado
- Jamonada
- Mortadela de res y cerdo
- Butifarra
- Jamón *Viking*
- Salchichón
- Mortadela MDM

5) **Proceso de elaboración de dulces**

- Dulces en almíbar
- Mermelada

6) **Proceso de elaboración de refrescos**

2.3.5. Descripción del proceso objeto de estudio

Se toma el proceso de elaboración de embutido como punto de partida para el desarrollo de la investigación producto a que en este proceso se incorpora un nuevo equipo (equipo para caldeado) que permitirá un paso de avance al desarrollo de este centro, así como un ahorro del consumo energético producto que el existente es de menor tamaño y requiere de menor cantidad de productos para la cocción por lo que en ocasiones es necesario realizar la actividad de caldeado de dos a tres veces en el día.

Las materias primas y materiales que se utilizan en la producción de embutido son los siguientes:

- Carne de res y cerdo
- Trípoli Fosfato
- Grasa de cerdo
- Agua
- Hielo
- Sal de cura y sal común
- Harina de trigo y harina de soya
- Especies
- Humo líquido
- Tripa sintética
- Hilo
- Cajas o bolsas

A continuación en la tabla 2.3 se muestra la descripción de cada una de las operaciones del proceso de elaboración de embutido, así como los equipos que intervienen en el mismo:

Tabla 2.3: *Descripción del proceso y equipos que se utilizan.* ***Fuente:*** *Elaboración Propia*

Operación	Descripción	Tipo de Equipo	Cantidad
Cortado de la materia cárnica	La materia cárnica proviene del almacén de productos congelados para ser picada en trozos más pequeños.	Picadora	1
Moler la materia cárnica	Luego de ser cortada en trozos la misma es triturada por un disco de 5-20 mm	Moledora	1
Mezclar la materia cárnica	Con el equipo mezclador funcionando, se añaden los cárnicos molidos, adicionándole el porciento de sal común y cura de forma lenta y uniforme durante 5-10 minutos y posteriormente se le añaden el resto de los ingredientes	Mezcladora	1
Maceración	Una vez lograda la homogeneidad de la masa, esta se cura en la nevera de mantenimiento de 0-6 grados y luego se coloca nuevamente en el equipo de mezclado para obtener una masa fina y homogénea	Nevera de mantenimiento y productos terminados	1
Embutido de la masa en las fundas	La masa es vertida en la embutidora para proceder al llenado de las fundas	Embutidora	1
Caldeado	Luego de embutida la masa en las fundas, estas se transportan hacia el equipo de cocción, aquí permanecen por un tiempo de 2 o 3 horas a temperatura de 80 a 85 grados dependiendo del tamaño de la funda.	Equipo para caldeado	1
Terminado	Estos productos son atemperados y duchados para alcanzar temperatura ambiente, luego los mismos son envasados, etiquetados y embalados.	Mesas	3

Refrigeración	Ya listos los productos, los mismos permanecen en la nevera de productos terminados como mínimo 12 horas hasta las 2/3 partes de su garantía	Nevera	1

En la tabla anterior se muestra la descripción del proceso de elaboración de embutido, así como los tipos de equipos que intervienen y la cantidad.

Estos productos una vez elaborados y que además respaldan el objeto social de dicha entidad tienen el fin de asegurar la logística del MININT, en la tabla 2.4 se muestra el destino final de estas producciones:

Tabla 2.4: Destino finales de las producciones de la Planta Procesadora "El Mambí". ***Fuente:*** Elaboración propia.

DESTINO	***UNIDADES***
Comedores Obreros	Órganos de MININT
Unidad Administrativa Comercial	Ranchón recreativo, Restaurantes, Centro recreativo Boca Ambuila, Casona "El Brazo", Casas de visitas
Prisión y sus campamentos	Comedor fuerza reclusa y combatientes

2.4.Método utilizado para la redistribución en planta de la Unidad procesadora "El Mambí".

Para la redistribución del proceso de elaboración de embutidos en la Planta Procesadora "El Mambí" se decide aplicar el método *Systematic LayoutPlanning*, comúnmente conocido como SLP. Se utiliza este método en particular por su gran utilidad en diferentes proyectos de distribución en planta, además este método está referido principalmente a la distribución de plantas industriales el mismo fue creado por Richard Muther en 1961.

2.4.1. Método de planeación sistemática de la distribución en planta. (SLP)

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 (Muther, 1968).

Fases de Desarrollo del método SLP

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son según (Muther, 1981)

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 potencialmente disponible.

Fase II:*Distribución General del Conjunto*. Aquí seestablece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida y se indica también el tamaño, la relación, y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

Fase III:*Plan de Distribución Detallada.* Es la preparación en detalle del plan de distribución e incluye la planificación de donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos.

Fase IV:*Instalación.* Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

Estas fases se producen en secuencia y según el autor del método para obtener los mejores resultados debe solaparse unas con otras.

En la figura 2.5 se describen de forma general los pasos a seguir para el desarrollo de este procedimiento:

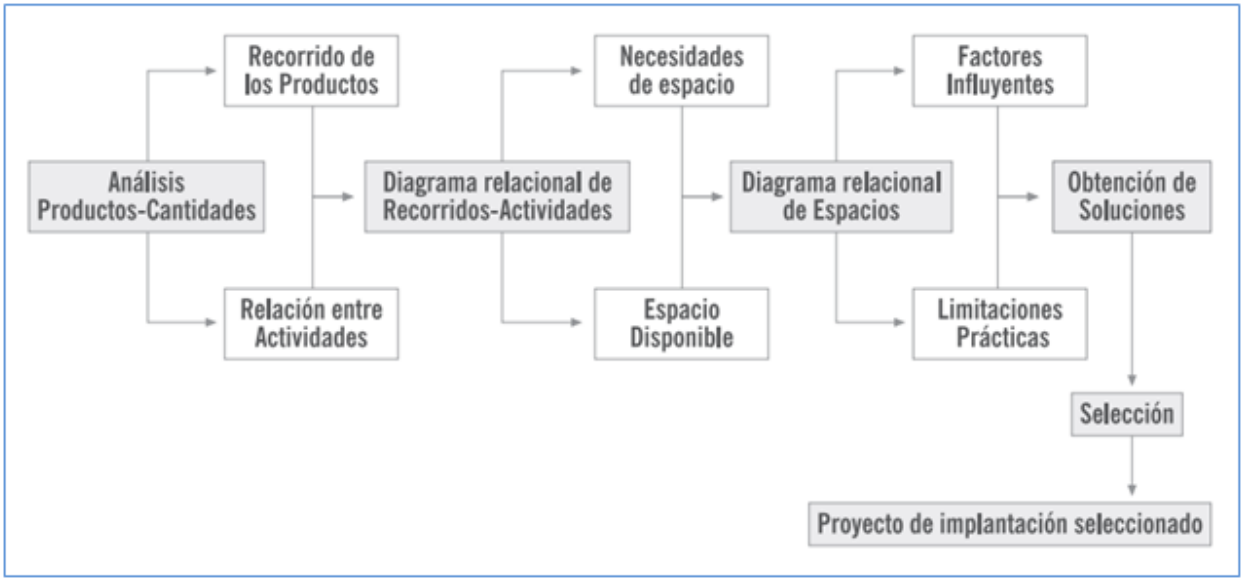


Figura 2.5: Esquema del *SystematicLayoutPlanning*. ***Fuente:*** Manual SLP, 2008.

Paso 1: Análisis producto-cantidad

Lo primero que se debe conocer para realizar una distribución en planta es qué se va a producir y en qué cantidades, y estas previsiones deben disponer para cierto horizonte temporal. A partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio. En cuanto al volumen de información, pueden presentarse situaciones variadas, porque el número de productos puede ir de uno a varios miles. Si la gama de productos es muy amplia, convendrá formar grupos de

productos similares, para facilitar el tratamiento de la información, la formulación de previsiones, y compensar que la formulación de previsiones para un solo producto puede ser poco significativa.

Posteriormente se organizarán los grupos según su importancia, de acuerdo con las previsiones efectuadas. (Muther, 1981) recomienda la elaboración de un gráfico en el que se representen en abscisas los diferentes productos a elaborar y en ordenadas las cantidades de cada uno. Los productos deben ser representados en la gráfica en orden decreciente decantidad producida. En función del gráfico resultante es recomendable la implantación de uno u otro tipo de distribución.

Paso 2: Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)

Se trata en este paso de determinar la secuencia y la cantidad de los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante su procesado. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elaboran gráficas y diagramas descriptivos del flujo de materiales, utilizando la simbología que se muestra en la figura 2.6.

Símbolo	Descripción
	Operación de producción
	Actividades de transporte: recepción, expedición, carga, etc.
	Almacenaje
	Control
	Servicios: mantenimiento, servicios para el personal, etc.
	Sectores de administración (fuera de la parte productiva o unidos)
	Espera: almacenes intermedios, paradas, etc.

Figura 2.6: Símbolos de las actividades. ***Fuente:*** Manual de SLP, 2008.

Tales instrumentos no son exclusivos de los estudios de distribución en planta; solo pueden ser los mismos empleados en los estudios de métodos.

Entre estos se cuenta con:

- Diagrama OTIDA

- Diagrama de acoplamiento.
- Diagrama As-Is
- Cursogramas analíticos.
- Diagrama multiproducto.
- Matrices origen- destino.
- Diagramas de hilos.
- Diagramas de recorrido.

De estos diagramas no se desprende una distribución en planta pero sin dudas proporcionan un punto de partida para su planteamiento. No resulta difícil a partir de ellos establecer puestos de trabajo, líneas de montaje principales y secundarias, áreas de almacenamiento, etc.

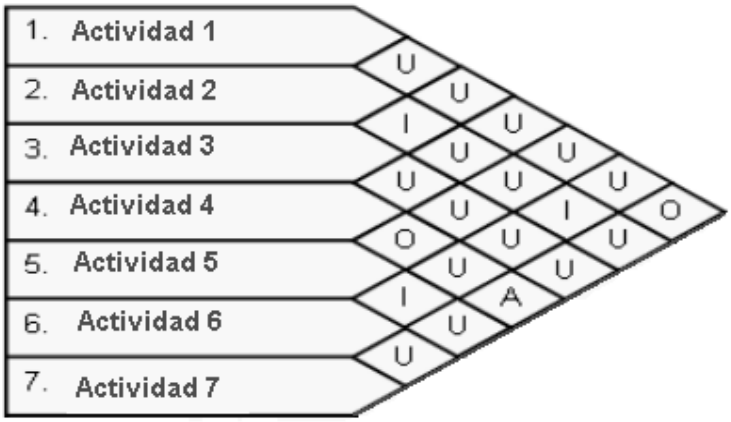
Paso 3: Tabla relacional de actividades

En la tabla relacional se reflejan las actividades y su relación mutua con el objetivo de evaluar la importancia de la proximidad entre cada dos. Además tiene la ventaja de permitir el estudio de todas las actividades auxiliares y no únicamente las de transformación / producción.

Para su construcción se indican los motivos por lo que dos actividades deban estar cerca, que por ejemplo pueden ser las siguientes:

1. Utilizan la misma información
2. Comparten el mismo personal
3. Comparten el mismo espacio
4. Necesidad de comunicación personal
5. Necesidad de comunicación a través de documentos
6. Secuencia de flujo de trabajo
7. Realizan trabajo similar
8. Molestias y / o peligros

Así mismo deberá valorarse la necesidad de cercanía entre procesos mediante la codificación que se muestra en la figura 2.7 derecha, quedando conformada la tabla relacional de actividades en esta misma figura izquierda.



Valor	Proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	Sin importancia
X	No deseable
XX	Altamente indeseable

Figura 2.7: Tabla relacional de actividades y valoración de proximidad entre actividades.
Fuente: Manual SLP, 2008.

Paso 4: Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades

La información recogida hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades como a la importancia relativa de la proximidad entre ellas, es recogida en el Diagrama Relacional de Actividades. Éste pretende recoger la ordenación topológica de las actividades en base a la información de la que se dispone. De tal forma, en dicho grafo los departamentos que deben acoger las actividades son adimensionales y no poseen una forma definida.

El diagrama es un grafo en el que las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. Estas últimas representan la intensidad de la relación (A,E,I,O,U,X) entre las actividades unidas a partir del código que se defina para identificarlo.

A continuación este diagrama se va ajustando a prueba y error, lo cual debe realizarse de manera tal que se minimice el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades, o por lo menos entre aquellas que representen una mayor intensidad relacional. De esta forma, se trata de conseguir distribuciones en las que las actividades con mayor flujo de materiales estén lo más próximas posible (cumpliendo el principio de la mínima distancia recorrida, y en las que la secuencia de las actividades sea similar a aquella con la que se tratan, elaboran o montan los materiales (principio de la circulación o flujo de materiales).

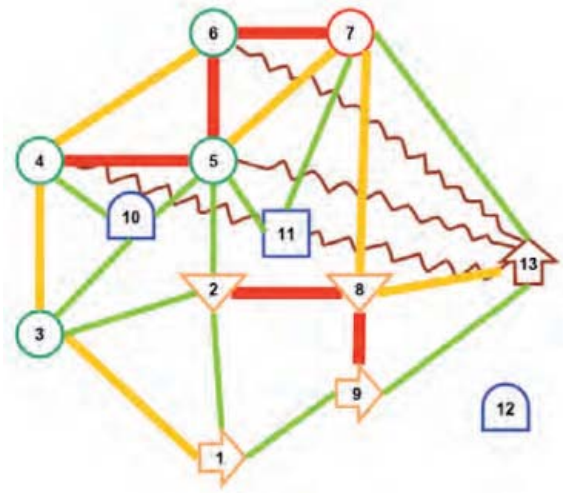


Figura 2.8: Diagrama relacional de recorrido y actividades. ***Fuente:*** Manual SLP. 2008.

Paso 5: Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios

El siguiente paso hacia la obtención de alternativas factibles de distribución es la introducción en el proceso de diseño, de información referida al área requerida por cada actividad para su normal desempeño. El planificador debe hacer una previsión, tanto de la cantidad de superficie, como de la forma del área destinada a cada actividad.

Según Diego Más, no existe un procedimiento general ideal para el cálculo de las necesidades de espacio. El proyectista debe emplear el método más adecuado al nivel dedetalle con el que se está trabajando, a la cantidad y exactitud de la información que se posee y a su propia experiencia previa. El espacio requerido por una actividad no depende únicamente de factores inherentes a sí misma, si no que puede verse condicionado por las características del proceso productivo global, de la gestión de dicho proceso o del mercado.

Por ejemplo, el volumen de producción estimado, la variabilidad de la demanda o el tipo de gestión de almacenes previsto pueden afectar al área necesaria para el desarrollo de una actividad. En cualquier caso, según dicho autor, hay que considerar que los resultados obtenidos son siempre previsiones, con base más o menos sólida, pero en general con cierto margen de error. (Diego Más, 2006)

El ajuste de las necesidades y disponibilidades de espacio suele ser un proceso iterativo de continuos acuerdos, correcciones y reajustes,que desemboca finalmente en una solución que se representa en el llamado Diagrama Relacional de Espacios.

Paso 6: Desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios

El Diagrama Relacional de Espacios es similar al Diagrama Relacional de Actividades presentado previamente, con la particularidad de que en este caso los símbolos distintivos de cada actividad son representados a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad. (Ver figura 2.9).

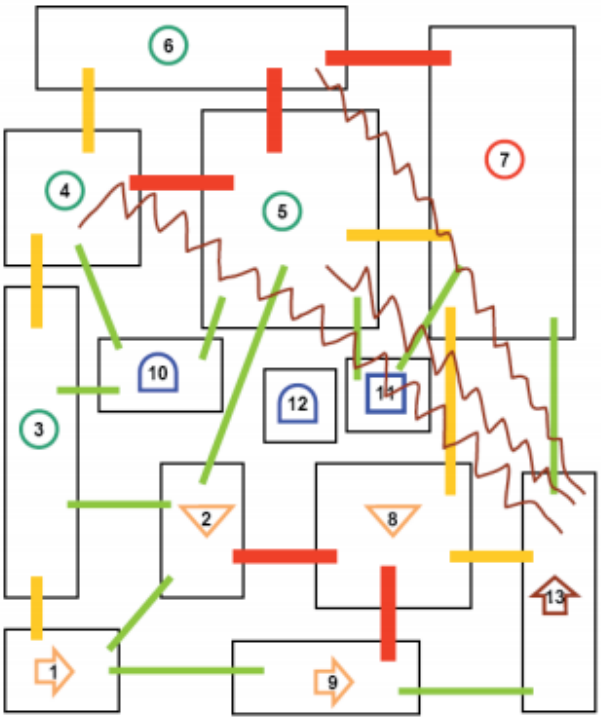


Figura 2.9: Diagrama relacional de espacios***. Fuente:*** Manual SLP,2008.

Paso 7: Elaboración de posibles soluciones.

Partiendo de toda la información que se obtiene del estudio anterior, se puede realizar varias soluciones para su posterior evaluación, de forma que se logre los requerimientos de minimización de recorrido y optimización de espacios.

Una forma para la reducción del recorrido de los materiales que además facilita la comunicación entre los trabajadores y su control por parte de los encargados, es realizar una **distribución en forma de "U",** donde el inicio y el final del proceso se realizan en la misma zona. Esta forma de realizar el diseño de la distribución puede ser el punto de inicio para posteriores combinaciones.

Paso 8: Elección de la distribución definitiva.

Una vez de realizadas varias posibles soluciones llega el momento de seleccionar la distribución definitiva. Para ello se puede hacer una selección multicriterio, que consiste en valorar cada una de las soluciones propuestas desde el punto de vista de varios criterios. A continuación se describen los pasos para realizar esta operación.

1. Elección de los factores considerados significativos para la valoración, alguno de ellos se mencionan a continuación:

- Facilidad de futura expansión
- Adaptabilidad ante los cambios
- Flexibilidad de planteamiento
- Eficiencia de recorrido de los productos
- Eficiencia de transporte interno
- Utilización de la mano de obra
- Eficiencia del almacenaje
- Utilización de la superficie
- Seguridad
- Ergonomía
- Facilidad de supervisión y control
- Imagen y prestigio
- Influencia de la calidad
- Problemas de conservación
- Adaptación a la estructura general de la empresa
- Utilización de los equipos
- Rentabilidad
- Inversión Necesaria

- Capacidad suplementaria de fabricación

2. Una vez escogido el listado de los factores de evaluación, se ponderará el porcentaje que cada uno de los factores supone sobre el total.

3. Puntuar cada una de las soluciones propuestas según cada factor de evaluación de 0-10 y recogerlo en una tabla.

4. Combinar el peso que tiene cada una de las puntuaciones según lo expresado en el punto 2 para ver cuál o cuáles son las soluciones mejor puntuadas.

5. Revisar el resultado y tomar la decisión.

2.5. Conclusiones parciales del capítulo.

1. Se describe la planta procesadora ¨El Mambí¨, en la cual se aprecia la necesidad de utilización de un método de Distribución en Planta, debido a la introducción de un nuevo equipo en el proceso de la elaboración de embutidos.
2. Se selecciona el método SLP en la presente investigación, producto que el mismo muestra el flujo de movimientos dentro del proceso tecnológico, aspecto de gran interés para la instalación.

Capítulo III

Capítulo 3: Propuesta de Redistribución en Planta de la Unidad Procesadora “El Mambí”

En el presente capitulo con el objetivo de obtener una redistribución en la Planta Procesadora “El Mambí”, producto a la introducción de un nuevo equipo en la misma, se realiza un análisis aplicando el procedimiento SLP, método seleccionado y descrito en el capítulo anterior.

3.1. Procedimiento para desarrollo del método de Distribución en Planta. *SistematicLayoutPlanning (SLP).*

Para realizar el reordenamiento de la Planta Procesadora se utiliza la metodología del SLP propuesta por Muther, mediante el plan de distribución en planta que sigue la secuencia lógica que se muestra en la figura 3.1.

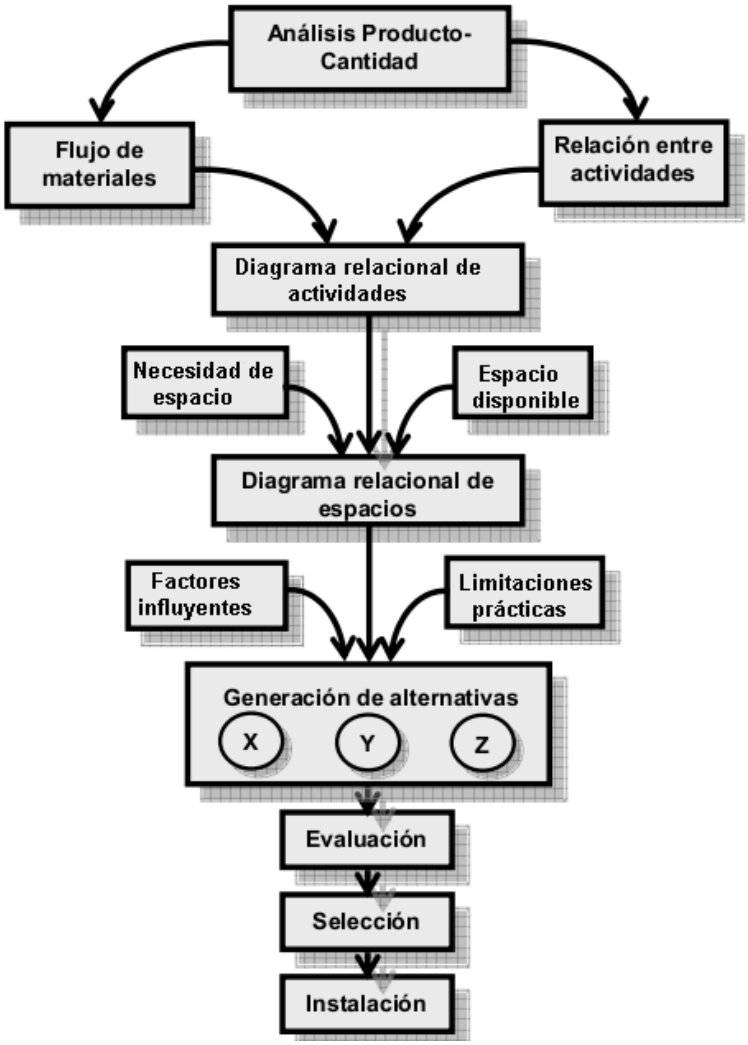


Figura 3.1: Esquema del *Systematic LayoutPlanning*. ***Fuente:*** Vega Alsina, 2010.

3.2. Desarrollo del método SistematicLayoutPlanning para determinar la redistribución de la Planta Procesadora ¨El Mambí´.

1) Análisis producto cantidad (PQ).

El primer paso de esta secuencia es el análisis de la relación producto cantidad (PQ).

En este análisis se pretende demostrar que el tipo de distribución en planta implantado es eladecuado para el proceso que se ejecuta en la planta procesadora.

A partir de la información que brinda la unidad sobre los productos y las cantidades a elaborardurante el presente año (Ver anexo 1),se realiza el diagrama de Pareto que se

muestra en la figura 3.2, en la misma se puede observar que la curva obtenida presenta una pendiente cóncava, ya que refleja una producción de productos con mayor y menor demanda, por lo que es recomendable realizar una distribución por producto según explica el manual para el desarrollo del método SLP, edición 2008.

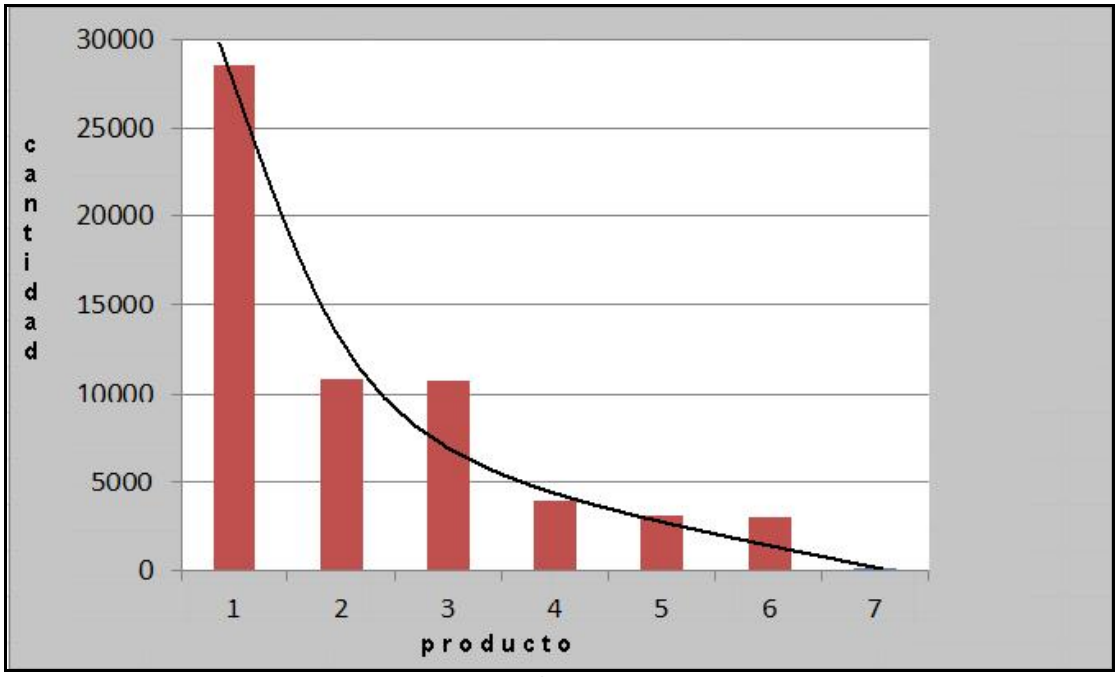


Figura 3.2: Diagrama Producto – Cantidad**. *Fuente:*** Elaboración Propia.

2) Análisis del flujo de materiales.

En este paso se describe el flujo productivo para la elaboración de embutido en la empresa objeto de estudio, así como los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante el proceso.

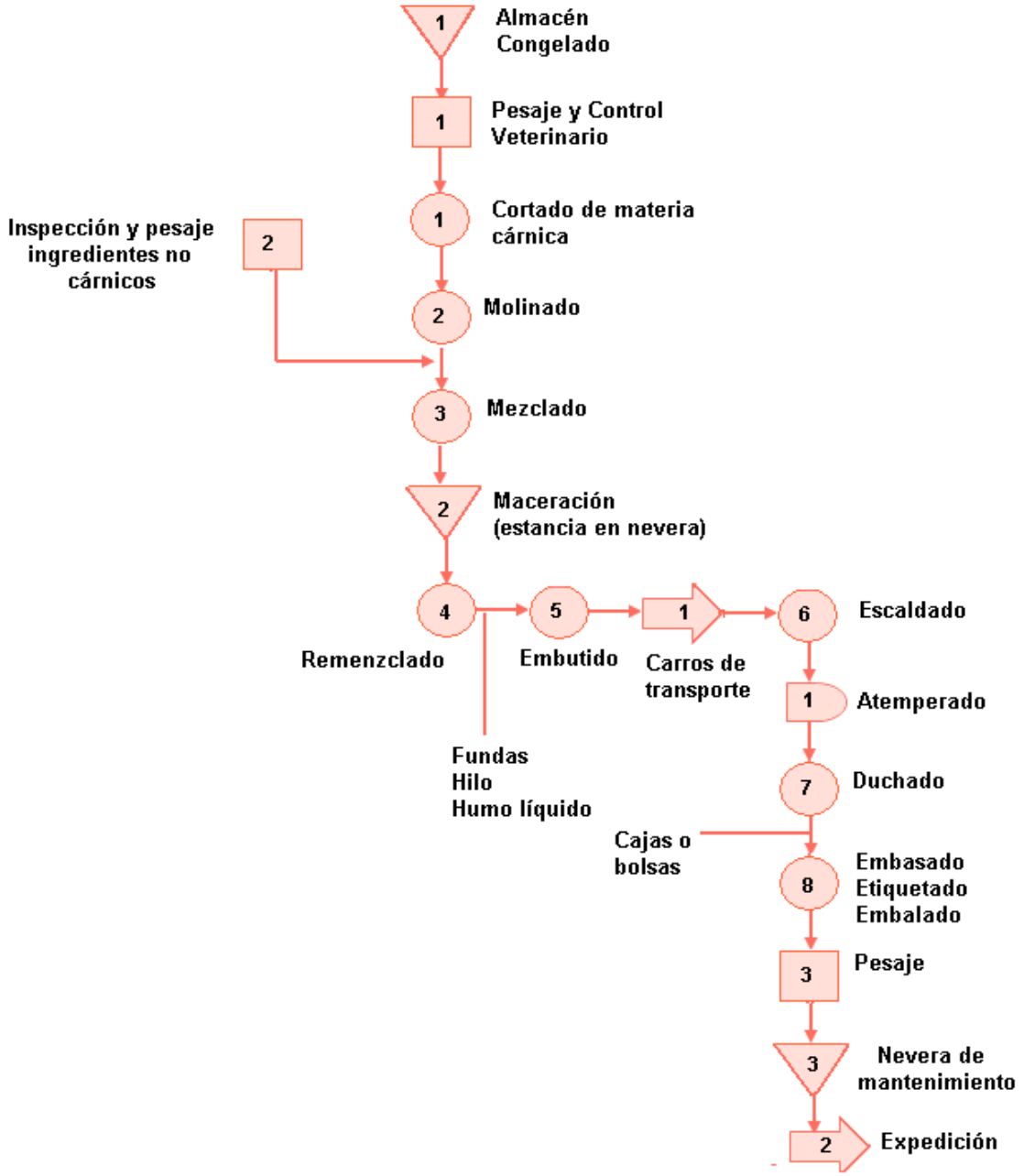


Figura 3.3: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de embutido. ***Fuente:*** Elaboración Propia.

3) Análisis de relación entre actividades.

Conocido el diagrama de flujo para la elaboración de embutidos, se analizan las relaciones existentes entre las áreas de trabajo para la planta procesadora, evaluando además su importancia de proximidad entre cada una de ellas con la utilización de la

codificación definida en el manual que estudia este método, quedando conformada de tal manera la tabla relacional de actividades que se muestra en la figura 3.4.

Además se utilizan las siguientes causas para establecer la relación entre ellas:

9. Utilizan la misma información
10. Comparten el mismo personal
11. Comparten el mismo espacio
12. Necesidad de comunicación personal
13. Necesidad de comunicación a través de documentos
14. Secuencia de flujo de trabajo
15. Realizan trabajo similar
16. Molestias y / o peligros

① Nevera de Congelado									
② Picadora	E 4,6								
③ Moledora	U	E 2,6							
④ Mezcladora	U	U	A 4,6,2						
⑤ Nevera de Mantenimiento	E 2	U	I 4.6	E 4,6					
⑥ Embutidora	U	U	U	A 4,6	U				
⑦ Mesa de Embutido	U	U	U	I 6	U	A 2,3			
⑧ Carro de Transportación	U	U	U	U	U	I 6	I 2,6		
⑨ Caldera	X	U	U	U	X	E 6	E 6	A 2,6	
⑩ Área de Terminado	U	U	U	U	A 6	U	U	I 6	A 6
	① Nevera de Congelado	② Picadora	③ Moledora	④ Mezcladora	⑤ Nevera de Mantenimiento	⑥ Embutidora	⑦ Mesa de Embutido	⑧ Carro de Transportación	⑨ Caldera	⑩ Área de Terminado

Figura 3.4:Tabla relacional de actividades. ***Fuente:*** Elaboración Propia.

4) Diagrama relacional de actividades.

Para la realización de este diagrama será necesario asignarle la codificación mediante colores lo cual se observa en la figura 3.5.

Valor	Proximidad	Color
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria	
U	Sin importancia	
X	No deseable	
XX	Altamente indeseable	

Figura 3.5: Codificación para valores de proximidad entre las áreas. ***Fuente:*** Manual de SLP, edición 2008.

Para organizar este gráfico se debe tener en cuenta que el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades sea mínimo, o por lo menos entre aquellas que representan la mayor intensidad relacional (cantidad de movimientos).

Así, se van buscando las mejores iteraciones, de esta forma, se trata de ubicar las áreas o puestos de trabajos que mayor flujo de movimientos presenten lo más próximas posible, dando cumplimiento a los principios de distribución en planta de la mínima distancia recorrida y de flujo de materiales o de la circulación. Quedando conformado el diagrama relacional de recorridos y/o actividades como se muestra en la figura 3.6:

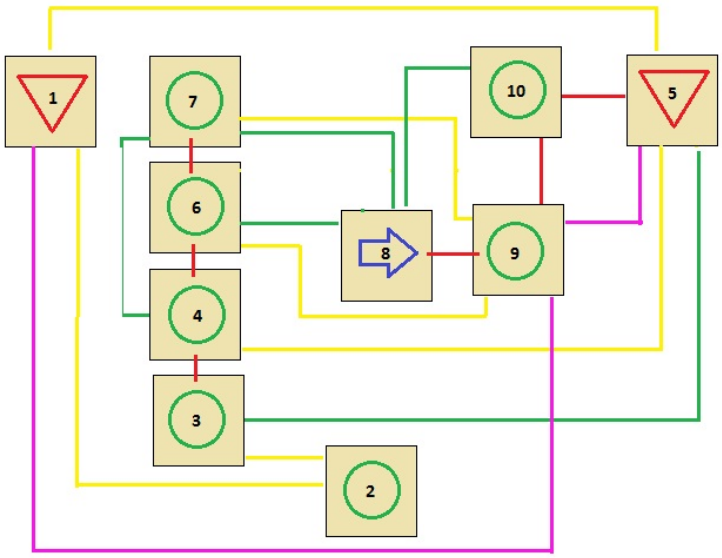


Figura 3.6: Diagrama Relacional de recorrido y/o actividades. ***Fuente:*** Elaboración Propia.

5) Diagrama relacional de espacios.

El diagrama relacional de espacio se obtiene representando gráficamente a escala los espacios necesarios para cada una de las operaciones implicadas sobre el diagrama de recorrido y/o actividades, teniendo en cuenta el espacio necesario para la ubicación de los puestos de trabajos y el espacio disponible con que cuenta la instalación.

Relación entre espacio necesario y espacio disponible.

Con el fin de conformar el diagrama relacional de espacios se tuvo en cuenta las áreas que ocupan cada puesto de trabajo en correspondencia con el área disponible con que cuenta el local, a continuación se muestra en la tabla 3.1 lo antes mencionado:

Tabla 3.1: Relación de espacios en la Planta Procesadora "El Mambí". ***Fuente:*** Elaboración Propia.

Relación de espacio necesario - espacio disponible	
Área disponible total de la planta (m^2)	12.00 m x 5.30m = 63.60
Área necesaria para puestos de trabajos (m^2)	34.40
Espacios necesarios(m^2)	
Nevera de congelación	8.00
Nevera de Mantenimiento	13.05
Picadora	1.08
Moledora	0.55
Mezcladora	0.88
Embutidora	0.25
Mesa de embutido	1.71
Equipo para caldeado	3.50
Área de terminado	4.50
Carro de transportación	0.88
TOTAL	**34.40**

Como se puede observar en la tabla anterior, la planta dispone del espacio necesario para llevar a cabo dicha distribución de los equipos anteriormente mencionados y por tanto la propuesta de distribución que resultará del estudio realizado.

Uniendo la información de las áreas necesarias al diagrama relacional de recorrido-actividades se obtienen las variantes 1,2 y 3 del diagrama relacional de espacios como se muestra en la figuras 3.7, 3.8 y 3.9. En las cuales se definen las distancias a recorrer entre los puestos de trabajos.

La distribución obtenida como variante 1 representa una distancia a recorrer de 45,30 metros lineales de desplazamiento, acercando los puestos de trabajo con el objetivo de obtener fundamentalmente una producción en cadena, que reduzca el movimiento de las personas y hacia las máquinas durante el proceso. (Ver figura 3.7.)

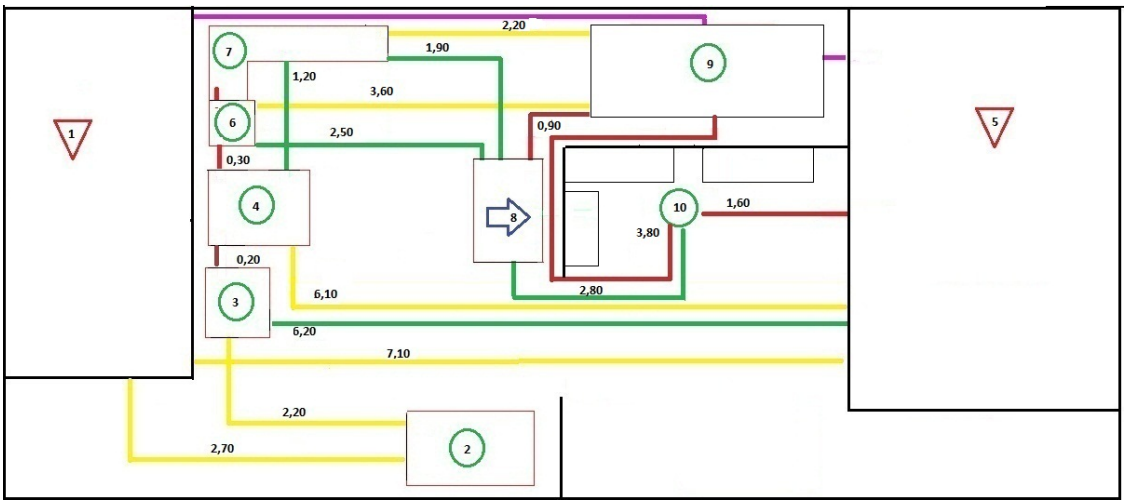


Figura 3.7:Variante 1 del diagrama relacional de espacios. ***Fuente:*** Elaboración Propia.

La variante 2 obtenida representa una distancia a recorrer de 56,50 metros lineales de desplazamiento, y aunque no se distribuye como producción en cadena se mantienen cerca los puestos de trabajos que mayor intensidad representan en cuanto a movimiento.(Ver figura 3.8).

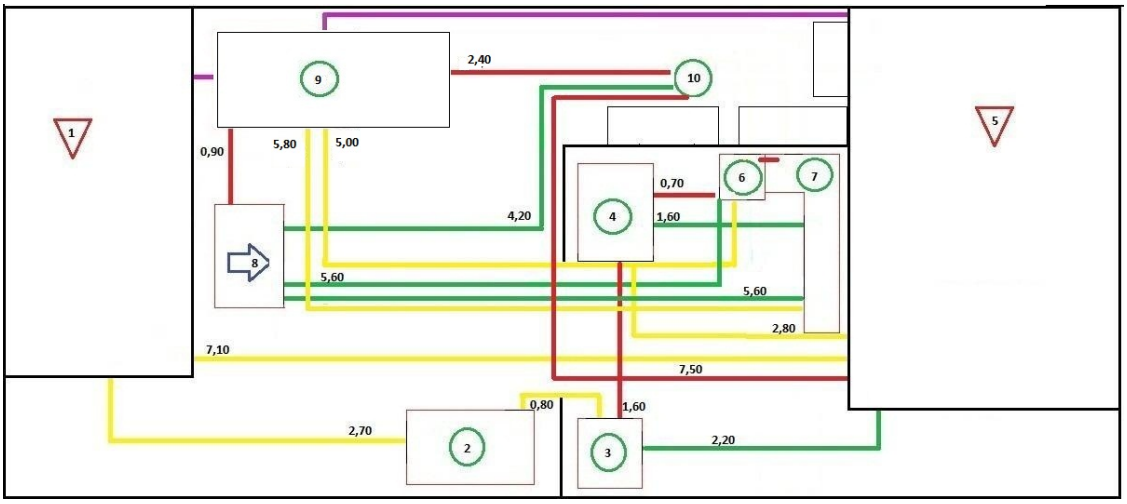


Figura 3.8:Variante 2 del diagrama relacional de espacios. ***Fuente:*** Elaboración Propia.

La variante 3 representa una distancia a recorrer de 54,50 metros lineales de desplazamiento, distancia menor quela variante anterior, pero igual presenta un gran número de intercepción entre las líneas.(Ver figura 3.9).

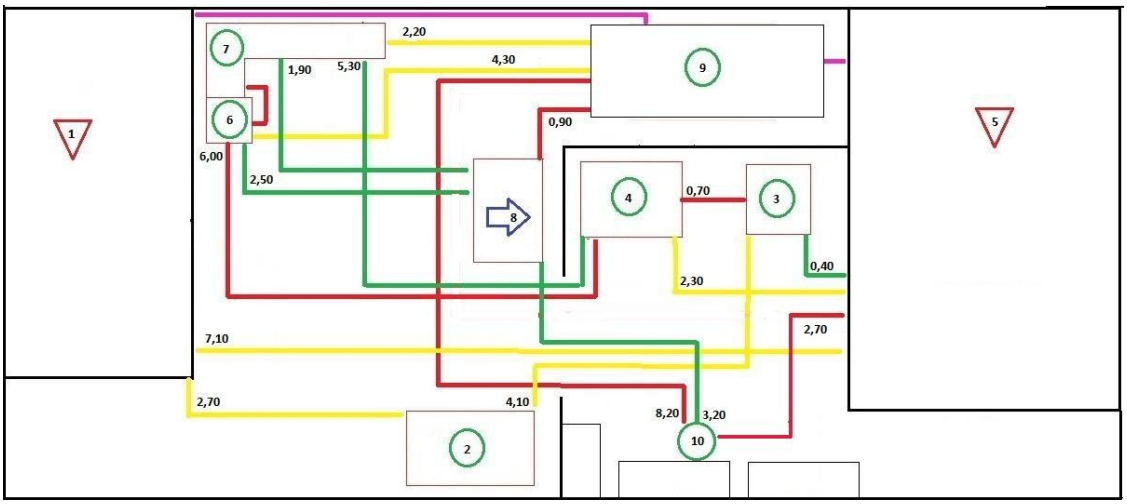


Figura 3.9:Variante 3 del diagrama relacional de espacios. ***Fuente:*** Elaboración Propia.

6) Elección de la distribución definitiva.

Una vez obtenidas las posibles soluciones derivadas del estudio realizado se procede a escoger la solución definitiva, empleando la selección multicriterio que consiste en valorar cada una de las soluciones propuestas a partir de criterios emitidos por especialistas del centro, partiendo de la evaluación de los factores influyentes en cada una de las distribuciones propuestas.

Los factores que se tendrán en cuenta para el análisis de las propuestas son los mencionados a continuación:

- Utilización de la mano de obra
- Eficiencia del transporte interno
- Eficiencia del recorrido de los productos
- Adaptabilidad ante los cambios
- Seguridad ante riesgos
- Organización de los puestos de trabajo
- Mínima distancia a recorrer
- Adecuadas condiciones de trabajo
- Retrocesos y cruces en la circulación de los materiales

- Congestión en el área de producción
- Eficiencia de almacenaje
- Imagen y prestigio

Elección de los factores significativos

Para la selección de los factores y por ende la elección de la distribución definitiva se tendrá en cuenta el consenso de opiniones de los expertos conocedores de la actividad que se realiza en la planta procesadora.

Se entenderá por experto, tanto al individuo en sí como a un grupo de personas capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia.

Selección del número de expertos:

En la selección del número de expertos se tuvo en cuenta su experiencia y conocimiento, disposición para contribuir con la mejora del desempeño organizacional, alto nivel de profesionalidad y capacidad de análisis.

El número de expertos se calculó de la manera siguiente:

$$N = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Donde:

k: Constante que depende del nivel de significación estadística, ver tabla 3.2

p:Proporción de error que se comete al hacer estimaciones con n expertos (0.01)

i: Precisión del experimento $(i \leq 12)$

n: Número de expertos

La determinación del coeficiente es acorde al nivel de confianza escogido para el trabajo (α=0.05)

Tabla 3.2: Valores para la constante k. ***Fuente:*** Elaboración Propia.

1-α	*k*
99%	6.6564
95%	3.8416
90%	2.6896

Entonces:

$$N = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

$$N = \frac{0.01(1-0.01)3.8416}{0.08^2}$$

$$N = 5.94 \approx 6\ expertos$$

Son 6 los expertos que deberán ser encuestados para realizar el análisis correspondiente con el objetivo de lograr la elección de la distribución definitiva.

Para determinar quiénes integran este grupo de expertos se realizó una entrevista a los trabajadores más calificados y con más experiencia del centro, explicándoles en que consiste la investigación y motivándolos a formar parte de este grupo de expertos. Como resultado de esta entrevista el conjunto de especialistas quedó conformado por los siguientes integrantes:

1. Julio Cesar Martínez Martínez – Administrador de la Planta
2. Yoandry Chong Rosell – Jefe de Brigada del proceso cárnico
3. Eligio Vázquez González – Jefe de operaciones
4. Cristian Morales Parrilla – Jefe almacén

5. Josefa Toledo Rodríguez – Operario de Proceso cárnico
6. Carlos López Morales – Operario salón de deshuese

Estos 6 expertos dado el listado de los posibles factores mencionados anteriormente y que pueden estar vinculados tanto al local como a la actividad que en él se realiza, deben señalar a través de una encuesta (ver anexo 2)cuál de esos factores consideran ellos que sean los más relevantes y que además se ajusten al estudio que se está realizando en la planta.

Según el análisis del procesamiento de los datos se pudo concluir y se aprecia en la figura 3.10 que de las 46 votaciones emitidas por los expertos(ver anexo 3), concuerdan que los factores 1, 3, 5, 6, 7, 10 y 12 con una puntuación de 4 a 6 votaciones cada uno, constituyen los fundamentales para evaluar la distribución definitiva de la planta.

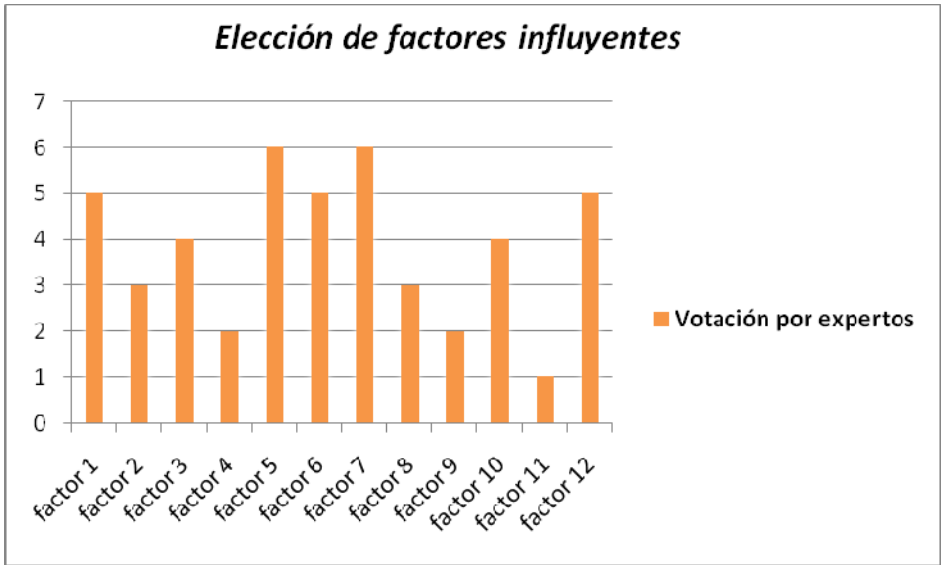


Figura 3.10: Principales factores a evaluar para la redistribución de la Planta Procesadora "El Mambí". ***Fuente:*** Elaboración Propia.

Ya obtenida la lista de los factores influyentes en la planta, será necesario ponderar el porcentaje que cada uno de ellos supone sobre el total, lo cual se muestra en la figura 3.11:

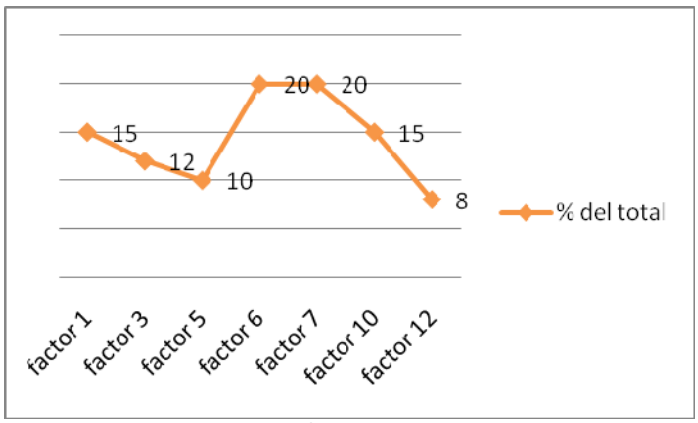


Figura 3.11: Porciento que supone cada factor sobre el total. ***Fuente:*** Elaboración Propia.

Los expertos deberán puntuar según su criterio los factores en una escala de 0-10, otorgando 0 aquellos factores menos significativos y 10 a los factores que más peso representen en el momento de la distribución. Esta puntuación se emite en una segunda ronda de encuesta (Ver anexo 4), donde evaluarán el peso cada factor para cada variante de las distribuciones obtenidas inicialmente.

Una vez procesado los datos de la encuesta 2, se obtiene como promedio de la evaluación del criterio de los expertos lo mostrado en la tabla 3.3:

Tabla 3.3: Resultado de la decisión multicriterio de los expertos. ***Fuente:*** Elaboración propia.

FACTORES	*PESO*	*VARIANTE 1*	*VARIANTE 2*	*VARIANTE 3*
Eficiencia de recorrido de los productos	15%	0.71	0.58	0.47
Eficiencia del transporte interno	12%	0.48	0.39	0.33
Seguridad ante riesgos	10%	0.27	0.27	0.26
Organización de los puestos de trabajo	20%	0.94	0.60	0.34
Mínima distancia a recorrer	20%	0.97	0.63	0.37
Congestión en el área de producción	15%	0.66	0.43	0.26
Imagen y prestigio	8%	0.25	0.24	0.19
VALORACIÓN	**100%**	**4.29**	**3.14**	**2.22**

Analizando la tabla 3.3, se puede concluir que de las tres variantes propuestas la variante 1 es la más apropiada según el juicio de los expertos, además de ser esta variante la que más se ajusta a los principios básicos de la distribución en planta.

- En la variante seleccionada los factores principales como la mano de obra, la maquinaria, el equipo y demás que influyen en el proceso productivo, incluyendo los almacenes, están correctamente integrado, cumpliendo con el principio de integración.
- Es la de menor distancia a recorrer, por lo tanto cumple con el principio de mínima distancia recorrida.
- El flujo de los materiales para el proceso de elaboración en esta variante presenta una adecuada ordenación física impidiendo que se realicen retrocesos en el proceso o movimientos cruzados.
- La distribución de los equipos se realizó utilizando la mayor parte de la veces el espacio vertical, con el objetivo de que el volumen a ocupar fuese el mínimo necesario.

3.3. Análisis de la distribución en planta actual de la Planta Procesadora "El Mambí"

Comparando la distribución en planta que resultó seleccionada según el criterio de los expertos con la distribución actual que existe en la unidad (ver figura 3.12), se puede observar que la distribución actual no presenta una ordenada distribución, además se evidencia gran cantidad de movimientos cruzados producto a que los equipos no presentan una distribución en cadena como se representa en la distribución seleccionada.

Igualmente analizando el recorrido a realizar, la distribución actual representa una distancia a recorrer de 58.80 metros lineales de desplazamiento (ver anexo 5), mientras que la seleccionada representa una distancia de 45.30 metros, existiendo una diferencia notable entre ambas de 13.50 metros. A este análisis se le añade que la nueva propuesta se realiza por la inclusión de una nueva máquina en el proceso.

Además el área de terminado se encuentra distanciada de almacén final lo cual requiere un mayor recorrido a realizar, pudiendo estar ambas adyacentes, lo cual favorece la posibilidad de utilizar esta área que ocupa actualmente la misma para la ubicación del nuevo equipo de trabajo (caldera) y de igual modo quede aislado de los demás puestos de trabajo, debido al riesgo y cantidad de calor que este transfiere.

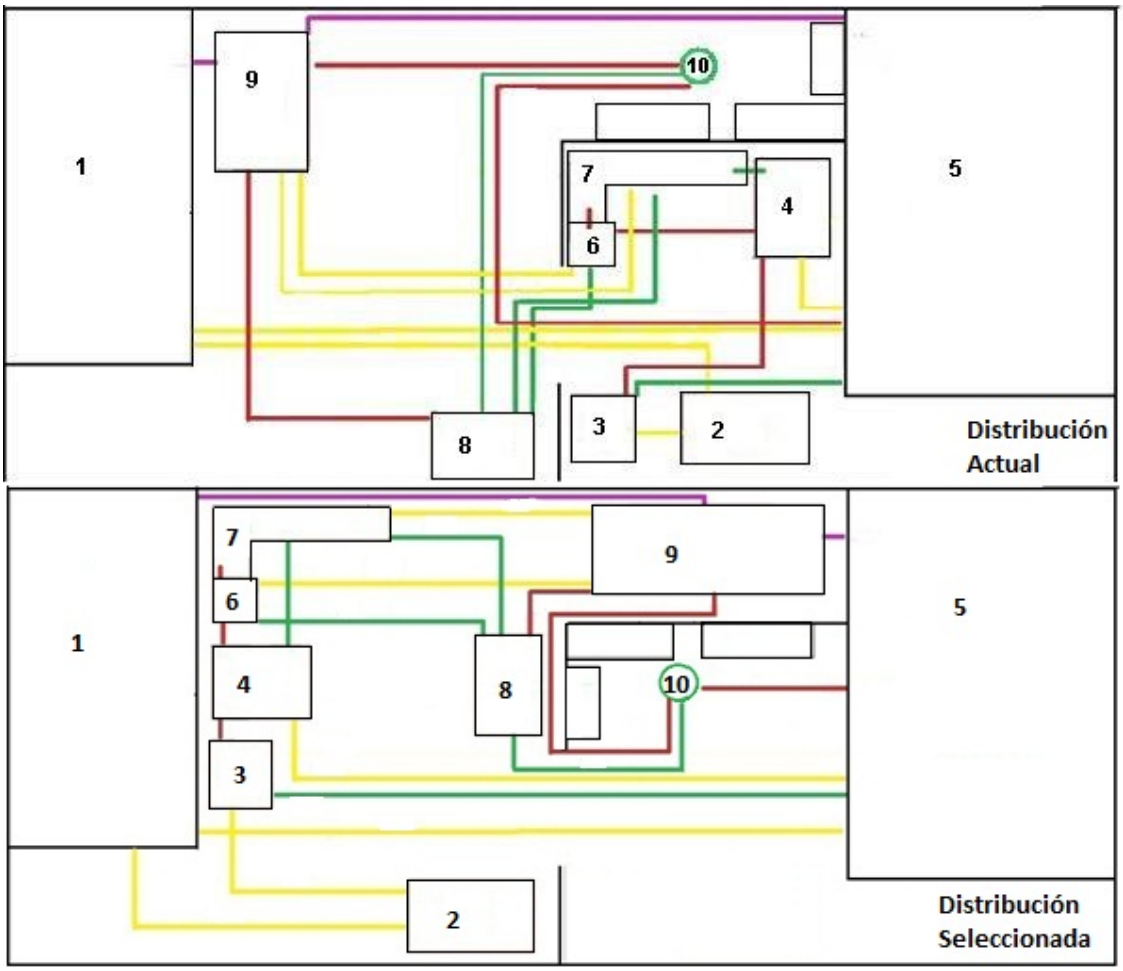


Figura 3.12: Comparación de la distribución actual y la distribución seleccionada. ***Fuente:*** Elaboración propia.

3.4. Conclusiones parciales del capítulo

1. Con la utilización del método de distribución en planta SLP se obtienen 3 variantes, siendo la variante 1 la más efectiva y seleccionada por los expertos, con un recorrido de 45.30 metros.
2. La distribución seleccionada y la distribución actual presentan una diferencia entre ambas de 13.50 metros.

Conclusiones

Conclusiones

1. Para la mejora del proceso de elaboración de embutido, la dirección de la Planta Procesadora ‘El Mambí” decidió realizar un nuevo reordenamiento de sus puestos de trabajo debido a la introducción de un nuevo equipo en el proceso.
2. Para la redistribución en planta del proceso de elaboración de embutido se utilizó el método SLP, ya que permitió proponer una distribución que resultó ser más factible en cuanto distancia recorrida y cantidad de movimientos cruzados.
3. Existe entre la propuesta de distribución seleccionada y la distribución actual una diferencia de 13.50 metros lineales de desplazamiento.

Recomendaciones

Recomendaciones

1. Realizar estudios de distribución en planta para instalaciones similares en la empresa, debido a que se comprobó que la distribución actual de la entidad objeto de estudio no estaba sustentada por ningún método científico.

Bibliografía

Referencias Bibliográficas

10_fundamentos Richard Muther Distribución de Planta. (s. f.). *Scribd*. Recuperado a partir de https://es.scribd.com/doc/139986656/10-fundamentos-Richard-Muther-Distribucion-de-Planta

4 distribución en planta. (2011, julio 1). Recuperado a partir de http://es.slideshare.net/polimero13/4-distribucion-en-planta

Alsina, V. (2010). *Propuesta de reordenamiento de la distribución en planta de la UEB DIP Guillermo Moncada.*

Ballou, R. (1991). *Logística empresarial: control y planificación*. Madrid, España: Díaz de Santos.

Barrios, M. (2011). Fisonomía de la localización industrial y de la distribución de planta. *Ingeniería y Sociedad UC*, *6*(1), 58–64.

Bausela, E. (2006). *SPSS: Un instrumento de análisis de datos cualitativos*. Recuperado a partir de http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/020204/A3mar2005.pdf

Bloch, W. (1950). *MaschinenaufstellungnachdemDreieckverfahren.IndustrielleOrganisation.*Zurich.

BuffaElwood, S. (1981). *Administración de Operaciones. La administración de sistemas productivos.* (Primera.). Mexico: Limusa.

Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2014). Localización de instalaciones. Recuperado a partir de http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14_localizacion_instalaciones.pdf

Chasco Lafuente, P. (1988). *Modelos de localización de centros comerciales* (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado a partir de http://hdl.handle.net/10486/4074

Chase, R., & Aquilano, N. (2001). *Administración de Producción y Operaciones. Manufactura y Servicios.* (Octava.). Santa Fe de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A.

Córdoba Parra, J. (2009). *Gestión de la producción.* Medellín, Colombia: Fundación Universitaria Luis Amigó. Recuperado a partir de http://www.funlam.edu.co

Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención.* MARCOMBO S.A.

De la Fuente García, D., & Fernández Quesada, I. (2005). *Distribución en planta*. España: Universidad de Oviedo. Recuperado a partir de http://books.google.com.cu/books?id=7aRzy0JjqTMC&dq=algoritmo+para+distribucion+en+planta&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Definiciones de distribución de planta. (s. f.). *Scribd*. Recuperado a partir de https://es.scribd.com/doc/51420648/Definiciones-de-distribucion-de-planta

Días, R. (2013). *Evaluación del Impacto Ambiental del análisis del Ciclo de vida de la producción de embutidos en el Centro de Elaboración El Mambí de Cienfuegos*. (Tesis de Grado) Universidad de Cienfuegos.

Diéguez Matellán, E., Gómez Figueroa, O., & Negrín Sosa, E. (2006). *Las decisiones de localización en la Administración de Operaciones* (Monografía). Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.

Diéguez Matellán, E., Gómez Figueroa, O., Negrín Sosa, E., & Parra Ferié, C. (2006). *Métodos de localización de instalaciones* (Monografía). Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.

Diéguez Matellán, E., Gómez Figueroa, O., Negrín Sosa, E., & Pérez Gosende, P. (2007). *Localización y Distribución en Planta de instalaciones de producción y servicios. Apuntes para un libro de texto.* Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas.

Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos. (s. f.).

Distribución de planta. (2012, noviembre 4). Recuperado a partir de http://es.slideshare.net/MariaGpeRdzMarthell/distribucin-de-planta-15020464

Distribución de plantas agroindustriales. (s. f.-b). *prezi.com*. Recuperado a partir de https://prezi.com/yj_wsifrwxpy/distribucion-de-plantas-agroindustriales/

Domínguez Machuca et. al. (1995). *Dirección de Operaciones.* Madrid, España: McGraw-Hill.

Domínguez Machuca, J. (1995). *Dirección de Operaciones: Aspectos Tácticos y Operativos.* Barcelona, España: Ariel S.A.

Dowlatshah, S. (1992). *Product design in a concurrent engineering environment: an optimisationapproach., 1803–1818*.

Factores que Afectan la Distribución en Planta (Factor Movimiento). (s. f.). *prezi.com*. Recuperado a partir de https://prezi.com/myzqlgidfnow/factores-que-afectan-la-distribucion-en-planta-factor-movimiento/

Factores que influyen en la Distribución Planta. (2013, noviembre 27). Recuperado a partir de http://es.slideshare.net/casadres/segunda-entrega-distribucin-planta

Fernández Sánchez, E. (1993). *Dirección de la Producción I. Fundamentos Estratégicos.* España: Civitas S.A.

Galindo, A. (2010a, septiembre 6). Distribución de Planta «Layout»: Distribución de Posición Fija. *Distribución de Planta «Layout»*. Recuperado a partir de http://distribuciondeplanta-alex.blogspot.com/2010/09/distribucion-de-posicion-fija.html

Galindo, A. (2010b, septiembre 6). Distribución de Planta «LAYOUT»: Distribución Hibrida. *Distribución de Planta «LAYOUT»*. Recuperado a partir de http://distribuciondeplanta-alex.blogspot.com/2010/09/distribucion-hibrida.html

Galindo, A. (2010c, septiembre 6). Distribución de Planta «LAYOUT»: distribución por Proceso. *Distribución de Planta «LAYOUT»*. Recuperado a partir de http://distribuciondeplanta-alex.blogspot.com/2010/09/distribucion-por-proceso.html

Galindo, A. (2010d, septiembre 6). Distribución de Planta «LAYOUT»: Distribución por producto. *Distribución de planta «LAYOUT»*. Recuperado a partir de http://distribuciondeplanta-alex.blogspot.com/2010/09/distribucion-por-producto.html

Galindo, A. (2010e, septiembre 7). Distribución de Planta «LAYOUT»: Justo A Tiempo. *Distribución De Planta «LAYOUT»*. Recuperado a partir de http://distribuciondeplanta-alex.blogspot.com/2010/09/justo-tiempo.html

Galindo, A. (2010f, septiembre 7). Distribución de Planta «LAYOUT»: Manufactura Esbelta. *Distribución de Planta «LAYOUT»*. Recuperado a partir de http://distribuciondeplanta-alex.blogspot.com/2010/09/manufactura-esbelta.html

Grupo de Ingeniería de Organización. (2005). *Localización.* Recuperado a partir de http://gio.uniovi.es/documentos/asignaturas/descargas/1.-Teoria.pdf

Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2004). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma.* Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Hernández Sampieri, R. (2000). *Metodología de la Investigación*. Mc Grow Hill.

Hidalgo, M. (2012).*Rediseño de la organización espacial de la UBE Carpintería de Madera de la empresa ECOA 37.* (Tesis de Grado) Universidad de Cienfuegos

Krajewski, L., &Ritzman, L. (2000). *Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis.* (Quinta.). México: Pearson Educación.

Linstone, H., &Turrof, M. (1975). *The Delphi method, techniques and applications.*Estados Unidos: Addison Wesley Publishing.

Localización del Proyecto. (2014). Recuperado a partir de http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Proyecto%20de%20Grado%20Fase%20I%20(Segundo%20Momento)/localizacin_del_proyecto.html

Manual 19 Distribución en Planta SLP. (2008).

Martínez, J. R. (2014, septiembre 22). Distribución en planta. Recuperado a partir de http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.htm

Martínez, V. (2006). Análisis De La Distribución De Las Plantas De Una Empresa Dedicada A La Elaboración De Chocolates Y Galletas. (Tesis de Grado) Universidad de Cienfuegos

Mas, D. (2010). *Tesis de Distribución en planta*. Recuperado a partir de http://unavdocs.files.wordpress.com/2010/10/diego_mas_distribucion_en_planta.pdf

Meller, R., &Gau, K.-Y. (1996). The facility layout problem: Recent and emerging trends and perspective., 351–366.

Metodologías para la resolución de problemas de distribución en planta (página 2) - Monografias.com. (2014, agosto 18). Recuperado a partir de http://www.monografias.com/trabajos65/resolucion-distribucion-planta/resolucion-distribucion-planta2.shtml

Murillo Jorge, M. (2011). *Resolución sobre los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución.*

Muther, R. (1981a). *Distribución en Planta*. (Segunda.). Barcelona, España: Hispano-Europea.

Muther, R. (1981b). *Planificación de la empresa industrial*. Barcelona, España: Editorial Técnicos Asociados S.A.

Muther, R. (1968). *Planificación y proyección de la empresa industrial (Método SLP).* Barcelona, España: Editorial Técnicos Asociados S.A.

Nahmias, S. (1999). *Análisis de la producción y las operaciones.* Continental, S. A.

Nogueira, D., Medina, A., & Nogueira, C. (2004). *Fundamentos para el Control de la Gestión Empresarial*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Orozco, Q., & García, Z. (2012). Propuesta de Mejoramiento para la Distribución de Planta en una Empresa del Sector Lácteo. (Tesis de Grado) Universidad de Cienfuegos

Paranyi, G. (1968). *Material bewegungim Unternehmen.* Budapest.

Pérez Goróstegui, E. (1990). *Economía de Empresa. Introducción.* España: Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.

Pérez Gosende, P. (2014). *Web de Pablo Pérez Gosende*. Recuperado a partir de http://pabloperezgosende.info/2014/10/

Principios de Richard Muther. (s. f.). *prezi.com*. Recuperado a partir de https://prezi.com/et5q15z7kega/principios-de-richard-muther/

Propuesta_mejoramiento_planta.pdf (objeto application/pdf). (s. f.). Recuperado a partir de http://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/73152/1/propuesta_mejoramiento_planta.pdf

Redistribución de planta en el área de producción en la panadería Corazón de oro - Monografias.com. (s. f.). Recuperado a partir de http://www.monografias.com/trabajos89/redistribucion-planta-area-produccion/redistribucion-planta-area-produccion.shtml

Redistribución de Planta Proyecto de Investigación. (s. f.). *Scribd*. Recuperado 9 de mayo de 2016, a partir de https://es.scribd.com/doc/51778799/Redistribucion-de-Planta-Proyecto-de-Investigacion

Schmigalla, H. (1970). *Methodenzur optimal en Maschinenanordnung.* Berlín, Alemania: EB VerlangTechnik.

Técnicas y métodos de distribución en planta en una instalación - Monografias.com. (s. f.). Recuperado a partir de http://www.monografias.com/trabajos87/tecnicas-metodos-distribucion-planta-instalacion/tecnicas-metodos-distribucion-planta-instalacion.shtml

Tema 4. Distribución en planta. (2004). Recuperado a partir de http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf

Tema 5. Localización de instalaciones. (2004). Recuperado a partir de http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/5%20Localizaciion%20instalaciones.pdf

Thomasset, C. W. (2011). *Pequeño Manual del Foguista*. Recuperado a partir de https://drive.google.com/file/d/0B035waRjqQd_b2ZjMVc2bi03dGs/edit?usp=sharing

Valencia, C. (2013). *Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de plantas.*

Vallhonrat, J., & Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención*. Barcelona, España: MARCOMBO.

Woithe, G., & Hernández Pérez, G. (1986). *Fundamentos de la proyección de fábricas de construcción de maquinaria.* Cuba: Pueblo y Educación.

Anexos

Anexos

Anexo 1:Plan de entrega de carnes para el año 2016.

MINISTERIO DEL INTERIOR UNIDAD: MAMBI
GRUPO EMPRESARIAL AGROPECUARIO AÑO: 2016
PLAN DE ENTREGA DE CARNES MOD.1

	PRODUCCIONES	U.M.	TOTAL	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	EMBUTIDOS	**TON**	**60130**	**5009**	**5011**	**5011**	**5011**	**5011**	**5011**	**5011**	**5011**	**5011**	**5011**	**5011**	**5011**
1	**SALCHICHON**	TON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	**JAMON VIKING**	TON	3000	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
3	**MORTADELLA RES**	TON	3060	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
4	**BUTIFARRA**	TON	4000	335	335	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
5	**CHORIZO**	TON	10750	894	896	896	896	896	896	896	896	896	896	896	896
6	**JAMONADA**	TON	10820	900	900	902	902	902	902	902	902	902	902	902	902
7	**MORTADELLA MDM**	TON	28500	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375
8	**OTROS EMBUT.**	TON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo # 2. Encuesta 1

Estimado Especialista:

Con el propósito de alcanzar una reordenación que permita un mejor funcionamiento y eficiencia en el trabajo, se le pide que seleccione emitiendo su nivel de conocimiento, los factores que crea usted sean los más notables para alcanzar una apropiada Distribución de la Planta Procesadora.

Le pedimos además que usted añada si estima necesario cualquier otro elemento que no se encuentre señalado en la lista.

CUESTIONARIO

No	***FACTORES***	
1	Eficiencia de recorrido de los productos	
2	Utilización de la mano de obra	
3	Eficiencia del transporte interno	
4	Adaptabilidad ante los cambios	
5	Seguridad ante riesgos	
6	Organización de los puestos de trabajo	
7	Mínima distancia a recorrer	
8	Adecuadas condiciones de trabajo	
9	Retrocesos y cruces en la circulación de los materiales	
10	Congestión en el área de producción	
11	Eficiencia de almacenaje	
12	Imagen y prestigio	

Anexo # 3: Resultado de los votos de los expertos

Analizando la encuesta 1 realizada al grupo de expertos sobre los factores que ellos consideran sean los más influyentes en la investigación que se realiza, quedan reflejadas las respuestas en la tabla que se muestra a continuación:

Factores / Expertos	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	TOTAL
factor 1	x	x	x	x	x		**5**
factor 2		x	x			x	**3**
factor 3	x	x		x	x		**4**
factor 4	x			x			**2**
factor 5	x	x	x	x	x	x	**6**
factor 6	x	x	x	x		x	**5**
factor 7	x	x	x	x	x	x	**6**
factor 8		x	x			x	**3**

factor 9			x	x			**2**
factor 10	x	x			x	x	**4**
factor 11			x				**1**
factor 12	x	x		x	x	x	**5**
TOTAL	**8**	**9**	**8**	**8**	**6**	**7**	**46**

Anexo # 5. Encuesta 2

Estimado Especialista:

Con el fin de elegir una distribución definitiva partiendo de las variantes propuestas, se le pide que otorgue a cada uno de los factores un peso por cada distribución, emitiendo su nivel de conocimiento sobre el tema, y además utilizando la escala que semuestra a continuación:

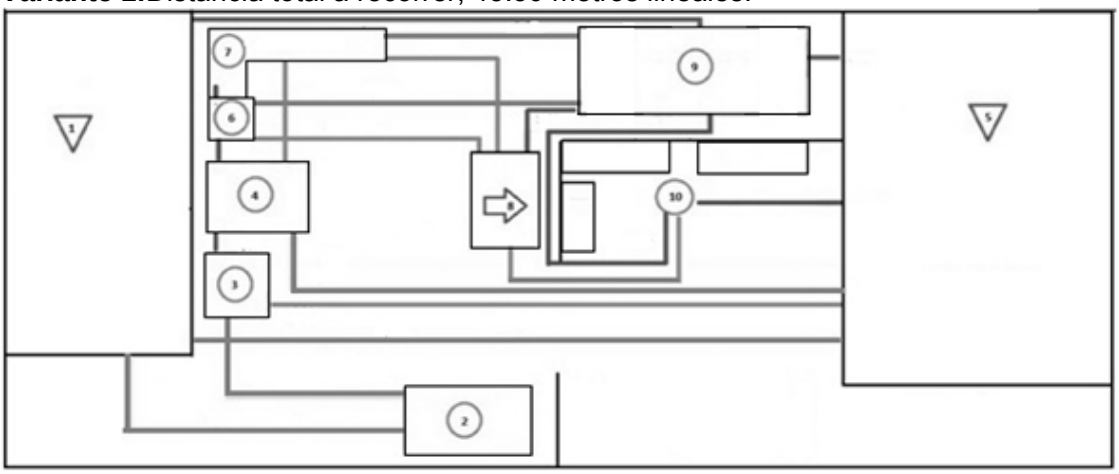
0- No significativo
1- Poco significativo
2- Considerable
3- Aceptable
4- Adecuado
5- Muy adecuado

CUESTIONARIO

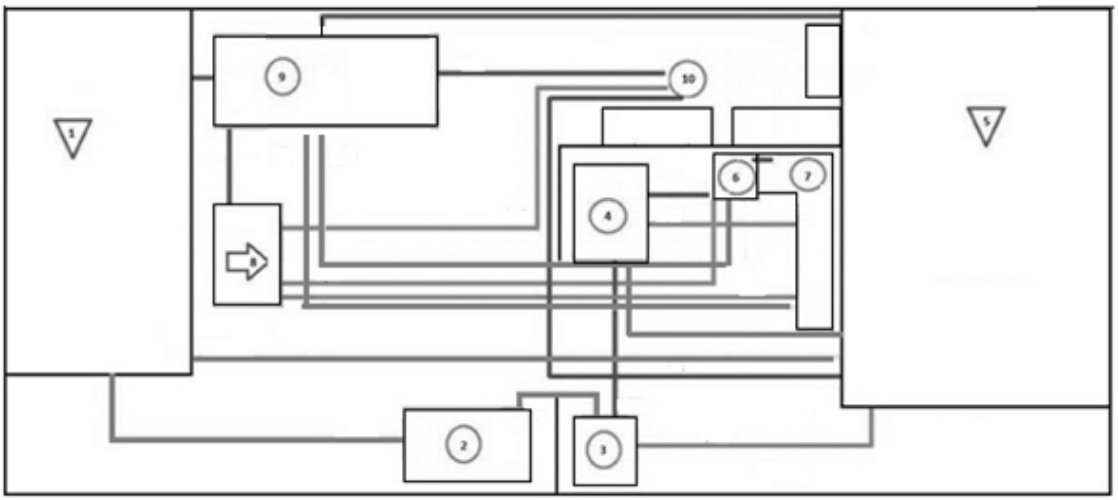
FACTORES	*VARIANTE 1*	*VARIANTE 2*	*VARIANTE 3*
Eficiencia de recorrido de los productos			
Eficiencia del transporte interno			
Seguridad ante riesgos			
Organización de los puestos de trabajo			
Mínima distancia a recorrer			
Congestión en el área de producción			
Imagen y prestigio			

A continuación se exponen las tres variantes de distribución, como resultado del estudio realizado, de esta manera usted podrá apreciar la escala que le asignará a cada factor para cada una de estas variantes, teniendo en cuenta la distancia a recorrer entre cada uno de los puestos de trabajo.

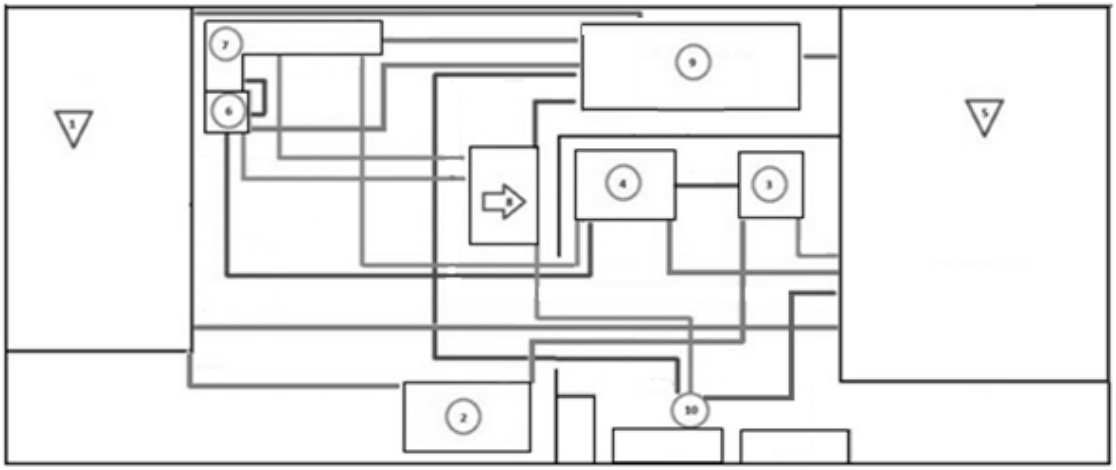
Variante 1: Distancia total a recorrer, 45.30 metros lineales.



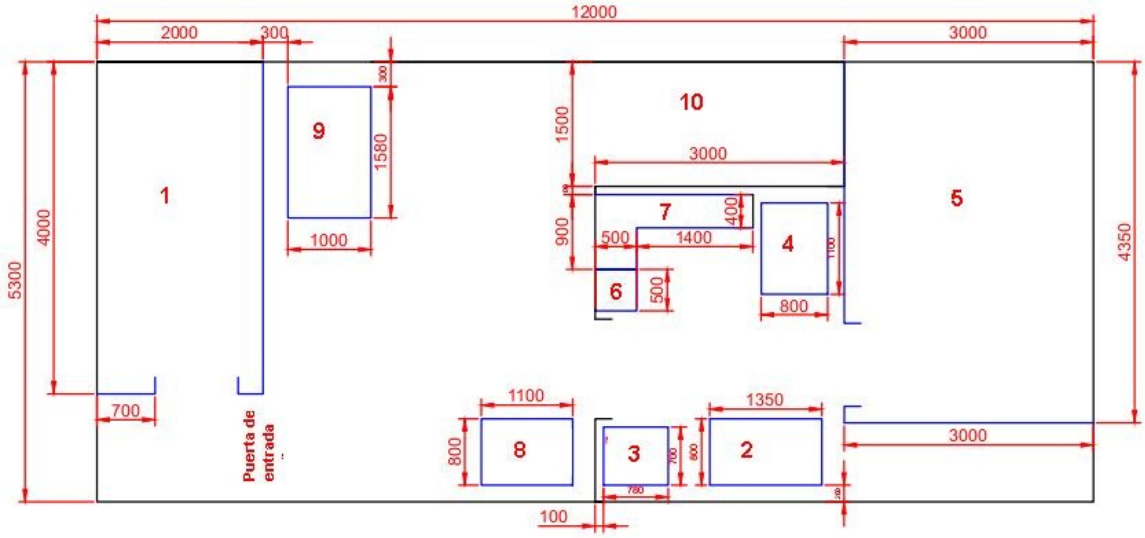
Variante 2: Distancia total a recorrer, 56.50 metros lineales.

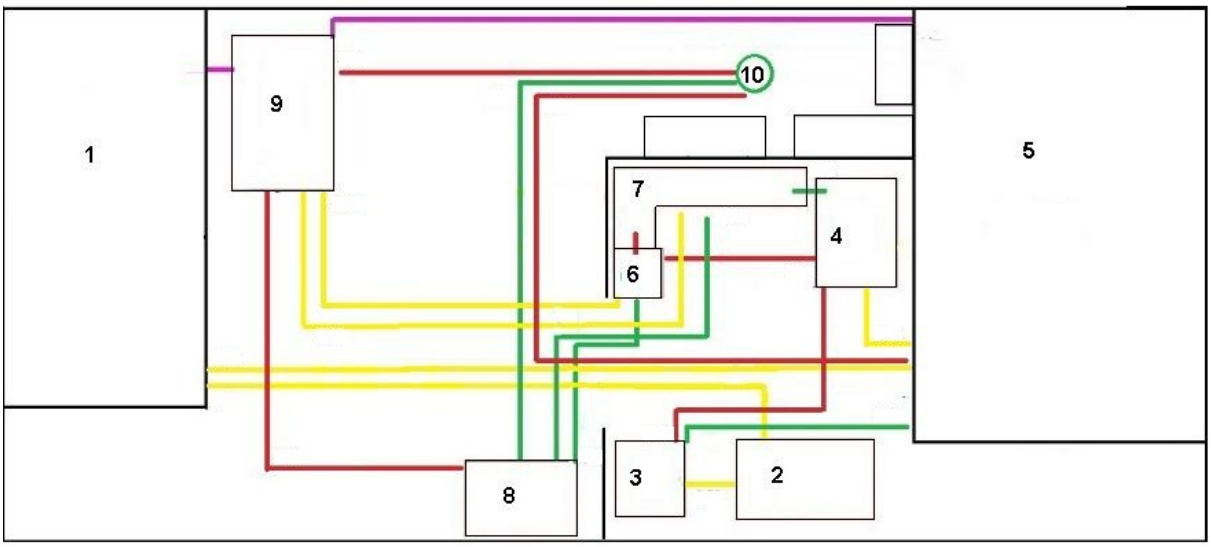


Variante 3: Distancia total a recorrer, 54.50 metros lineales.



Anexo # 6: Distribución actual de los puestos de trabajo en el proceso de elaboración de embutido.





Leyenda:

1 - Almacén de Congelados
2 - Picadora
3 - Moledora
4 - Mezcladora
5 - Almacén de Mtto y Productos Terminados
6 - Embutidora
7 - Mesa de embutido
8 - Carro de transportación
9 - Equipo para caldeado
10 - Área de terminado