

**DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA EMPRESA DELATEX
MANUFACTURAS LTDA.**

DANIELA RESTREPO HENAO

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD

PRODUCCIÓN Y DISEÑO

MEDELLIN

2013

**DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA EMPRESA DELATEX
MANUFACTURAS LTDA.**

DANIELA RESTREPO HENAO

Proyecto de grado

Asesor

José Alejandro Durango Marín

Especialista en logística integral

Especialista en gerencia educativa

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD

PRODUCCIÓN Y DISEÑO

MEDELLIN

2013

A mis padres, por su interminable esfuerzo para verme crecer, y a quien amo por llenarme de fortaleza.

AGRADECIMIENTOS

La satisfacción de desarrollar mis capacidades como profesional, es posible gracias a las personas que me han enseñado a cultivar el conocimiento, y que además de eso me han permitido conocer grandes seres humanos.

Gracias por guiarme en el desarrollo de este proyecto y proporcionarme la información y el tiempo que fueran necesarios.

José Alejandro Durango Marín

Docente asesor de proyecto de grado

Institución Universitaria Pascual Bravo

Wilmar Rendón

Gerente General

Delatex Ltda.

Mary Luz Murcia Ascencio

Supervisora de calidad

Delatex Ltda.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN.....	8
GLOSARIO	9
0. INTRODUCCIÓN	10
1. PROBLEMA	11
1.1 PLANTEAMIENTO	11
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	18
2. OBJETIVO GENERAL	21
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3. JUSTIFICACIÓN.....	22
4. MARCO DE REFERENCIA.....	24
4.1 MARCO CONTEXTUAL.....	24
4.1.1 Reseña histórica y descripción.	24
4.1.2 Personal.....	25
4.1.3 Misión.	26
4.1.4 Visión.....	26
4.1.5 Valores.....	26
4.1.6 Procesos.....	26
4.1.7 Maquinaria	29
4.1.9 Control de calidad.....	33
4.1.10 Materia prima.....	33
4.1.11 Descripción de productos	34
5. MARCO TEÓRICO	38

5.1 DEFINICIÓN DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	38
5.2 IMPORTANCIA DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	39
5.2.1 Niveles de aplicación.	39
5.2.2 Objetivos de la distribución en planta.	40
5.2.3 Principios de la distribución en planta.....	41
5.2.4 Factores de la distribución en planta.	43
5.2.5 Tipos de distribución en planta.	45
5.2.6 Utilización de ordenadores en el proceso de distribución en planta	51
5.2.7 Naturaleza de los problemas de distribución en planta.....	52
5.2.8 Patrones de flujo.....	53
5.2.9 Métodos de distribución en planta	53
5.2.10 La seguridad industrial.....	66
5.3 LAS 5S	67
5.3.1 Definición.	67
5.3.2 Objetivo de las 5S.....	67
5.3.3 Concepto de cada “S”	68
6. DISEÑO METODOLOGICO.....	70
6.1 ETAPA 1. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA	71
6.2 ETAPA 2. PLANEACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	72
6.2.1 Equilibrio de la línea de producción.	72
6.3 ETAPA 3. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN POR PROCESO	75
6.3.1 Determinación del espacio requerido.....	75
6.3.2 Desarrollo de un plan de bloque	75
6.4 ETAPA 4. DISEÑO DE ESTADOS DE REFERENCIA	75
6.5 ETAPA 5. DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DETALLADA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	76
7. RECURSOS.....	78
8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	78
9. RECOLECCIÓN DE LOS DATOS	81
9.1 Descripción actual de la planta.....	81

9.1.1 Diagrama de precedencias entre operaciones	86
9.2 Determinación del espacio requerido para cada puesto de trabajo.....	88
9.2.1 Cálculo del espacio requerido para cada puesto de trabajo	90
9.3 Prioridad de cercanías de Muther	94
9.4 Registros fotográficos para la implementación de 5S	95
10. ANALISIS DE LOS DATOS	103
10.1 Análisis de los tiempos de transporte.....	108
11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	109
11.1 Resultados cualitativos.....	109
Figura 49. Maqueta diseño actual Vs. Diseño propuesto	118
11.2 Resultados cuantitativos.....	119
11.2.1 Recuperación de la inversión.....	120
11.3 Recomendaciones.....	122
BIBLIOGRAFIA.....	130
ANEXOS.....	133
LISTA DE TABLAS	133
LISTA DE FIGURAS	135

RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolla un análisis de la distribución en planta actual de la empresa Delatex Ltda., para luego exponer una propuesta de una redistribución en planta, cuyo objetivo principal es solucionar las problemáticas identificadas durante la investigación realizada.

Se establece como punto de partida, el evidente problema con la distribución del espacio en la planta de producción, partiendo del hecho de que las instalaciones tienen el diseño de una casa, lo que implica la existencia de múltiples restricciones a la hora de llevar a cabo las actividades productivas que le competen a la empresa.

Dentro de estas restricciones se identifican principalmente, y mediante la observación, un flujo de producción ineficiente y múltiples riesgos de accidentes laborales, por lo que el diseño planteado se centra en la solución de estos dos factores, además de que supe otras necesidades de la empresa, permitiéndole aumentar su capacidad productiva y optimizar el ambiente laboral.

SUMMARY

In this project we develop a distribution analysis of the company's layout plant Delatex Ltda. and then expose a proposed redistribution plan, whose main objective is to solve the problems identified during the research.

It is established as a starting point, the obvious problem with the distribution of space in the production plant, based on the fact that the facilities have the design of a house, which implies the existence of multiple restrictions when performing productive activities within its competence to the company.

Within these constraints are identified primarily, and through observation, inefficient production flow and multiple risks of accidents, so the proposed design focuses on solving these two factors, in addition to supplies other business needs, allowing it to increase its production capacity and optimize the work environment.

GLOSARIO

COAGULANTE: sustancia química que, añadida al agua, produce la unión de las partículas en suspensión presentes en ella y su agrupamiento en coágulos.

DESMOLDADERO: herramienta de trabajo que sirve como soporte para retirar los productos de látex de los moldes después del vulcanizado.

FLEXÓMETRO: el flexómetro es un instrumento de medición conocido con el nombre de cinta métrica, con la particularidad de que está construido por una delgada cinta metálica flexible, dividida en unidades de medición, y que se enrolla dentro de una carcasa metálica o de plástico. En el exterior de esta carcasa se dispone de un sistema de freno para impedir el enrollado automático de la cinta, y mantener fija alguna medida precisa de esta forma. Se suelen fabricar en longitudes comprendidas entre uno y cinco metros. La cinta metálica está subdividida en centímetros y milímetros enfrente de escala se encuentra otra escala en pulgadas.

HORNO DE VULCANIZADO: maquinaria usada en la industria de la producción del látex. El proceso de vulcanizado consisten combinar azufre con caucho para que este ultimo conserve su elasticidad en frio y en caliente, y sea más resistente. El horno de vulcanizado somete a una temperatura determinada por el calibre del producto, y un tiempo establecido según las características y el nivel de curado deseado.

LATEX: líquido lechoso que se extrae del tronco de ciertos árboles, del que se obtienen sustancias muy diversas, como el caucho.

RESTRICCIONES: limitación impuesta en el suministro de productos de consumo, generalmente por escasez de estos. En producción, las restricciones representan las consideraciones fundamentales que se deben respetar a la hora de realizar un trabajo determinado con unos recursos establecidos.

SATINADO: tratamiento que se da a el látex para darle una apariencia lisa y brillante.

VELCRO: sistema de cierre basado en dos tejidos de distinta textura que permiten su unión y desunión con facilidad.

0. INTRODUCCIÓN

La producción es el resultado de la interacción de hombres, materiales y maquinaria, los cuales deben constituir un sistema ordenado que permita la maximización de beneficios, en consecuencia la misión del diseñador es encontrar la mejor ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, con el fin de conseguir la máxima economía en el trabajo al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción para los empleados.

La distribución en planta es un fundamento de la industria, pues en muchas ocasiones determina la eficiencia de una empresa. Así, un equipo costoso, un máximo de ventas y un producto bien diseñado, pueden ser sacrificados por una deficiente distribución en planta.

El problema del diseño de distribución en planta de una industria, es muy complejo, puesto que implica la disposición del espacio y áreas de trabajo, respetando los principios de seguridad y las restricciones propias del flujo del proceso. El mero hecho de colocar un equipo en el interior de un edificio ya representa un problema de ordenación, en el sentido de conseguir una buena distribución para el mismo.

La empresa Delatex Ltda., tiene muchas ventajas en el mercado pues su competencia no es muy significativa, además de que sus productos han tenido un recibimiento altamente positivo por parte del cliente, sin embargo sus procesos productivos no están estandarizados y tanto el espacio como la distribución actual afectan el flujo del proceso, ocasionando dificultades en la producción.

Un diseño eficiente de distribución en planta le permitiría a la empresa eliminar recorridos largos e innecesarios, dificultades en el flujo productivo y pérdida de tiempos, a la vez que le proporcionaría seguridad industrial y un mejoramiento de las condiciones de trabajo. Este último como resultado de la aplicación de 5S

El diseño que cumple con las características del proceso y que puede proporcionar un aprovechamiento del espacio conlleva a un análisis de las áreas de trabajo como primera etapa, una determinación del espacio requerido como segunda etapa y un diseño de distribución en planta que minimice los recorridos más críticos identificados, considere la seguridad del personal y permita optimizar el flujo de producción.

1. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO

Manufacturas DELATEX nace en el 2005 como una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos en látex. Sus principales productos son las botas y guantes de látex, estos últimos fueron introducidos con el fin de diversificar sus productos y lograr expandir el mercado.

Además de esto DELATEX cuenta con un taller de confecciones de ropa impermeable, allí mismo se realizan algunas operaciones complementarias en las botas de látex.

Esta empresa ha tenido un recibimiento por parte del mercado muy positivo, lo que ha obligado a la misma a aumentar sus niveles de producción para lograr asumir su compromiso de ventas y mantener su posición en el mercado. Este acelerado crecimiento no ha permitido afianzar los procesos productivos ni establecer los controles básicos indispensables para el funcionamiento en una planta de producción, lo que se refleja en la carencia de una verdadera ingeniería industrial aplicada en sus procesos.

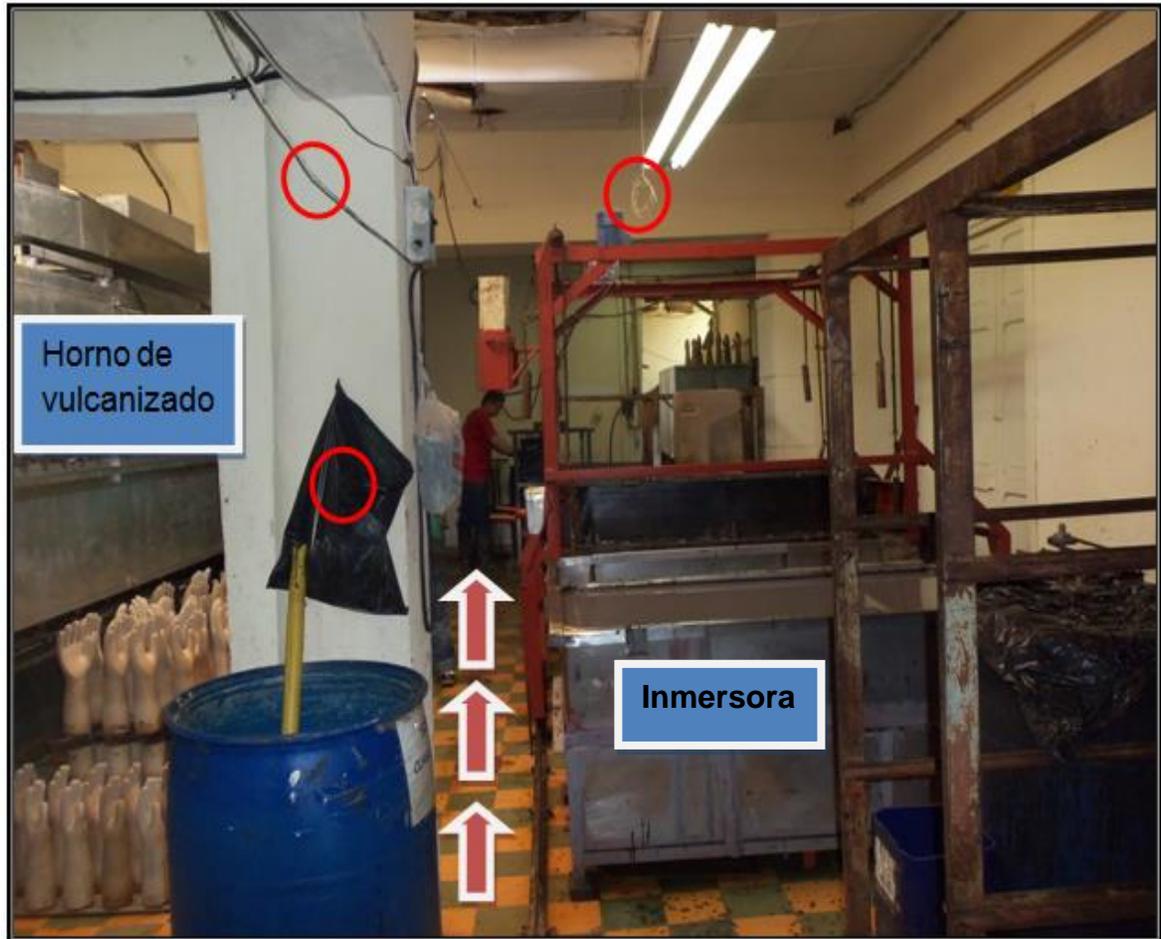
Uno de estos factores fundamentales, es el diseño de una distribución en planta y la determinación de un orden específico de las condiciones de trabajo.

En la planta de producción de látex la distribución actual no es eficiente, por lo que el transporte tanto de material como de productos en proceso se dificulta. Además de esto, los riesgos de accidentes laborales están claramente presentes, precisamente por el problema con la distribución de la planta.

Al examinar el flujo del proceso se evidencian transportes largos e innecesarios, lo que implica desperdicio de tiempo a la vez que ocasiona mayor fatiga en los operarios especialmente en el transporte de materiales y productos en proceso.

El problema con la distribución se debe principalmente a que el espacio no es el más adecuado para una planta de producción, ya que desde que se constituyó la empresa el área locativa es una casa, por lo que hay muros que interfieren en el diseño de una distribución óptima. La restricción del espacio se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1. Distribución actual planta de látex.



Fuente: el autor.

- ❖ Las flechas rojas indican el espacio destinado para el desplazamiento del operario.
- ❖ Los círculos rojos señalan algunos de los factores de riesgo y desorden presentes, como cables sueltos y bolsas colgadas.

En la figura 1 se aprecia claramente la restricción que el espacio representa, además de esto no existe una demarcación de áreas.

El recorrido que se debe hacer desde el proceso de desmolde hasta el de satinado, es un recorrido largo que implica transporte de material en proceso. Este recorrido se debe a que los químicos que interviene en el proceso de satinado no pueden estar cerca del látex líquido que se encuentra en los tanques

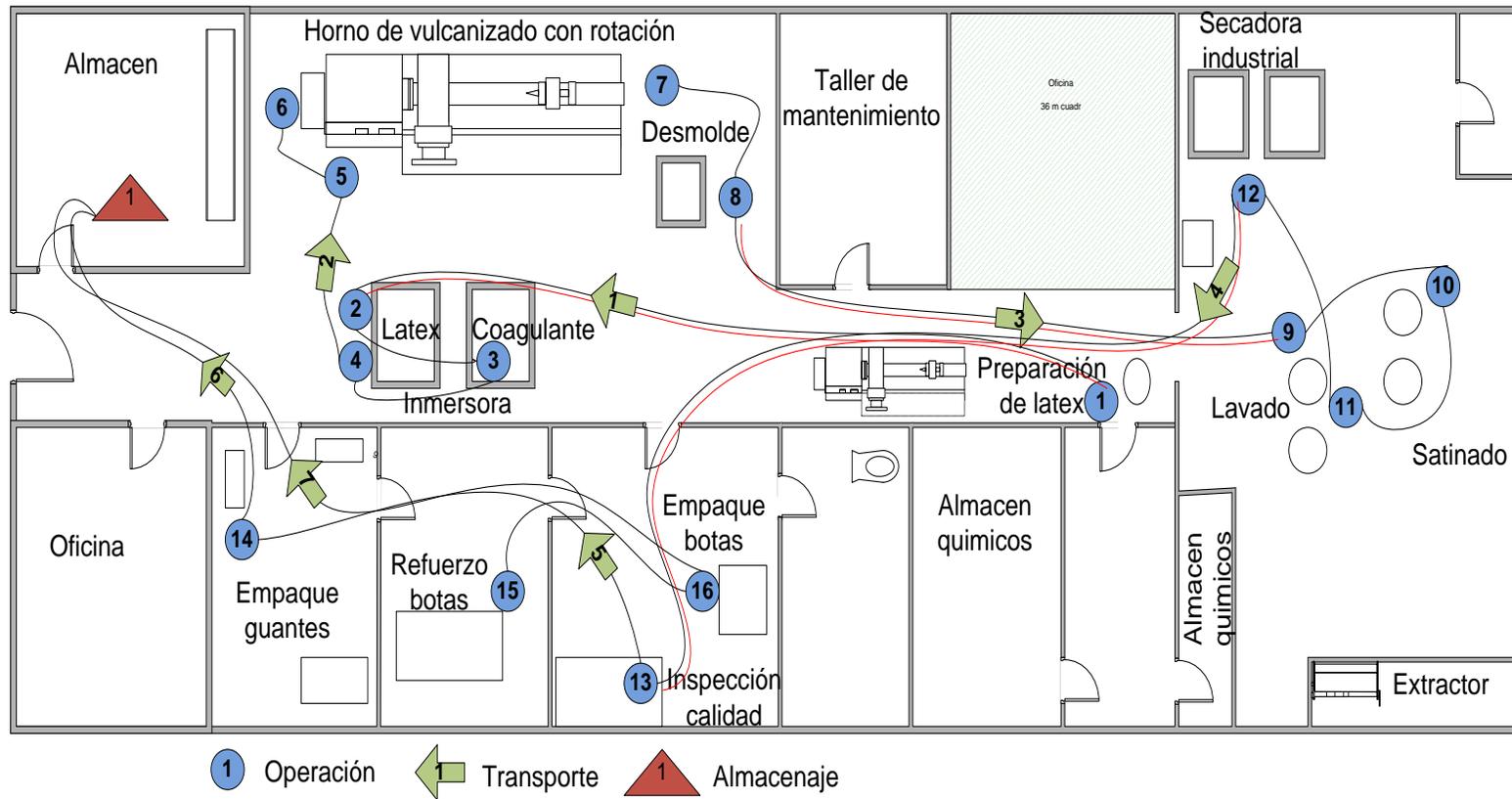
de inmersión, debido a que ambos son altamente volátiles, y los gases producidos por estos dos componentes se atraen entre sí, lo que resultaría en una contaminación del látex líquido.

Además de esto, el proceso de satinado debe estar en unas condiciones especiales que impidan altas concentraciones de vapor de los químicos, pues estas pueden ser perjudiciales para la salud. Por lo anterior el proceso de satinado está ubicado en la parte trasera de la planta (en un patio), pues fue el lugar que más se adaptó a las exigencias de los químicos utilizados en el proceso.

El recorrido existente entre el secado y la inspección de calidad también representa un transporte largo. La secadora está ubicada en la parte trasera de la planta, debido a que después del satinado se debe secar el producto, lo que ocasiona otro recorrido ineficiente y excesivo.

Los recorridos mencionados se evidencian en la figura 2.

Figura 2. Diagrama del recorrido actual del proceso de fabricación de guantes y botas de latex



En el diagrama se observan las distancias recorridas mencionadas anteriormente demarcadas con una línea roja.

El satinado no puede realizarse cerca del látex líquido.

Fuente: el autor.

Los riesgos de accidentes y el desorden son visiblemente apreciables. No existe un diseño de los puestos de trabajo, por lo tanto no hay un estado de referencia que indique como deben mantenerse.

Las herramientas de trabajo, los productos en proceso y los productos terminados son ubicadas “en donde el operario considere”, esto implica perdidas de tiempos por no tener los implementos a la mano, desorden de los puestos de trabajo y deterioro de los productos. Un ejemplo de esto es la forma como se amontonan los guantes en proceso en canecas, por lo que se arrugan, ocasionando un impacto visual, lo que el cliente podría considerar como un imperfecto.

Adicional a lo anterior, no existe un método de trabajo estandarizado lo que también influye fuertemente en el desorden. Ver figura 3.

Figura 3. Almacenamiento de guantes en proceso.



Fuente: el autor

La figura 3 muestra el almacenamiento de los guantes en proceso. Este almacenamiento en canecas ocasiona arrugas, es decir, imperfectos de apariencia en el producto.

No existe una administración visual que establezca parámetros claros sobre el lugar y la forma como deben ubicarse los elementos de trabajo. No hay una clasificación que especifique el cuidado que debe tenerse con determinados materiales, por lo que es vital implementar una técnica que resuelva estos problemas principalmente causados por el desorden.

Tabla 1. Identificación de problemas

	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		
Posibles causas	Situación actual	Efectos	Preguntas
<p>El espacio físico no es suficiente. Mala distribución en planta.</p>	<p>Dificultad para desplazarse dentro de la planta.</p>	<p>Riesgos de accidentes laborales. Tiempos de recorrido y transporte interno elevados.</p>	<p>¿Cómo diseñar una distribución en planta eficiente que minimice tanto los riesgos de accidentes, como los tiempos de recorrido y transporte?</p>
<p>No se ha realizado estudio de tiempos de producción en la planta.</p>	<p>No existe un nivel de producción establecido en un tiempo determinado.</p>	<p>Tiempos de operación elevados. Costos de producción elevados. La productividad no se aprovecha al máximo.</p>	<p>¿Cómo realizar un estudio de tiempos que permita establecer el tiempo estándar de operación en cada uno de los puestos de trabajo de la planta?</p>
<p>No se ha realizado el diseño oficial de los puestos de trabajo. No se ha realizado el análisis de los métodos de trabajo. No se han estandarizado los puestos de trabajo.</p>	<p>Índices de reprocesos considerables</p>	<p>Métodos de trabajo ineficientes. Cada operario emplea su propio método de trabajo, ocasionando un producto final con características heterogéneas y afectando la calidad del mismo. Tiempos de operación desequilibrados.</p>	<p>¿Cómo realizar un estudio de métodos que permita estandarizar los puestos de trabajo de la planta para reducir el nivel de reprocesos y maximizar el nivel de calidad del producto final?</p>

Fuente: el autor.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar una distribución en planta eficiente que minimice las distancias recorridas y que apoyada en la implementación de 5S mejore las condiciones de trabajo de la empresa Delatex Ltda.?

1.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La planta de producción de látex presentaba una distribución diferente de la actual en cuanto a la ubicación del horno de vulcanizado y los tanques de látex y coagulante. Esta distribución se modificó al obtener un nuevo horno de vulcanizado más grande y eficiente, pues el horno anterior era estático, es decir, los moldes se introducían y se sacaban después del tiempo de curado establecido, sin embargo, ya que estos moldes permanecían estáticos dentro del horno, el curado no era eficiente.

El nuevo horno además de ampliar la capacidad de curado, es un horno con rieles que desplazan los moldes a través del mismo mientras transcurre el tiempo, lo que permite un curado más homogéneo y eficiente.

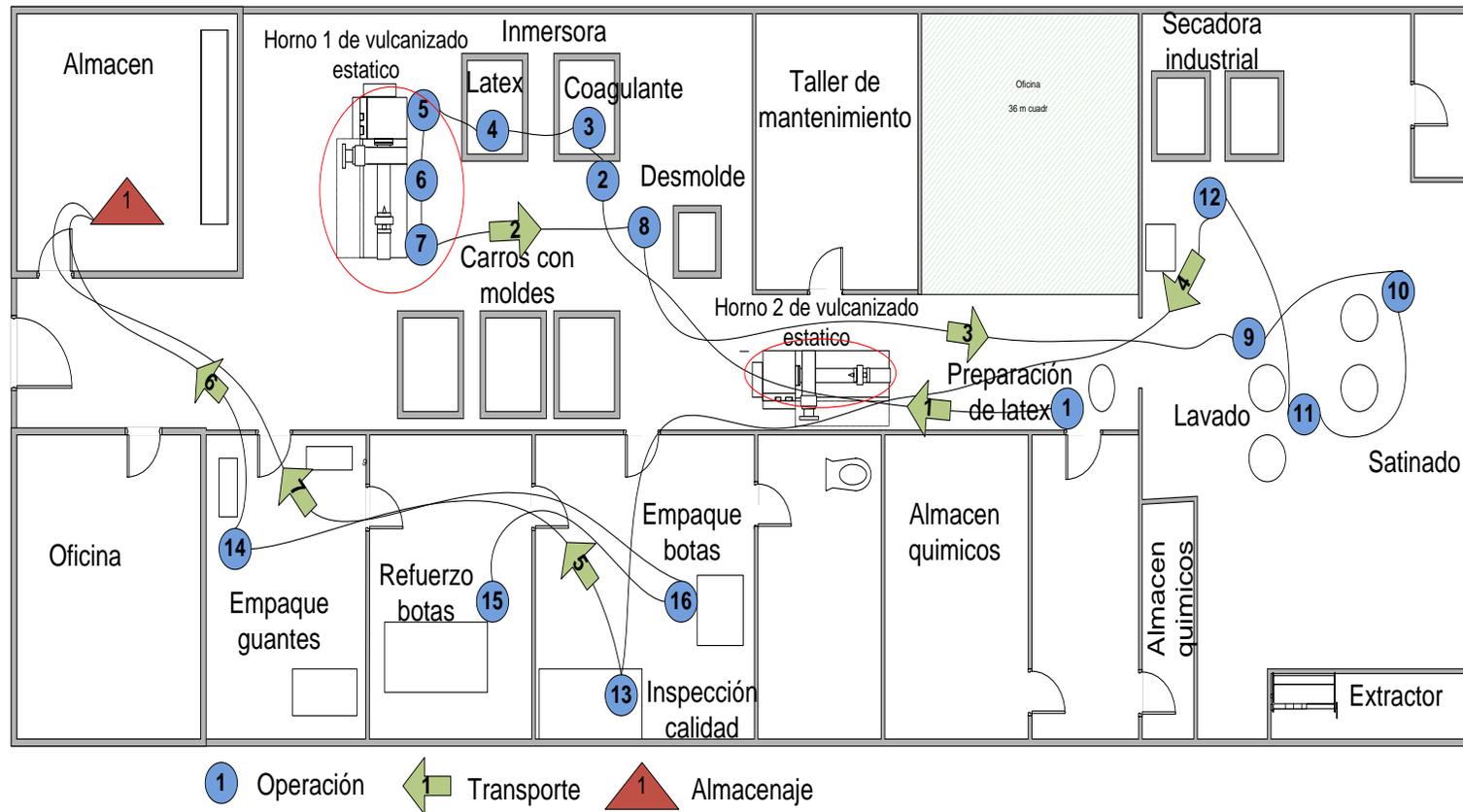
La distribución anterior se puede apreciar en la figura 4.

Con el objetivo de analizar la influencia que la distribución actual presenta sobre las condiciones y los resultados de la empresa, se investigó sobre los siguientes registros:

- ❖ Retrasos e incumplimiento con las entregas: la empresa no presenta registros de los retrasos e incumplimientos con las entregas al cliente, no se ha establecido un control sobre este aspecto.
- ❖ Accidentes laborales: la empresa no presenta registros de accidentes laborales, no se ha establecido un control sobre este aspecto.
- ❖ Índice de ausentismo: la empresa no presenta registros sobre el índice de ausentismo, no se ha establecido un control sobre este aspecto.
- ❖ Incapacidad laboral: la empresa no presenta registros sobre incapacidad laboral, no se ha establecido un control sobre este aspecto.

Estos factores son fundamentales a la hora de analizar el impacto negativo de una distribución ineficiente y la falta de un orden establecido en una planta de producción, por lo que serán considerados a la hora de realizar el diseño propuesto de la distribución en planta que tiene como objetivo principal este proyecto de investigación.

Figura 4. Diagrama del recorrido anterior del proceso de fabricación de guantes y botas de latex



Anteriormente se contaba con dos hornos de vulcanizado estáticos, estos dos hornos fueron reemplazados por un horno con rieles con mayor capacidad y un método más eficiente (ver figura 2).

Fuente: el autor.

El diseño eficiente de una distribución en planta permitirá hacer frente a múltiples aspectos relacionados con los factores mencionados, el profesor García (2004), presento una cátedra de producción y análisis de la inversión en la universidad de los Andes en la cual se exponen diversos ejemplos sobre los resultados de la distribución en planta.

Uno de estos casos trata sobre la distribución en planta en una fábrica de medias panty, en esta fábrica de medias, los requerimientos de la maquinarias y de los equipos están en función de sus características técnicas, desplazándose el producto de un taller a otro según las etapas del proceso de fabricación, lo que permite deducir que el proceso debe poseer una distribución ordenada por departamentos.

Lo que permite analizar la importancia de una distribución apropiada para cada planta según la forma de producir.

Lo anterior en conjunto con el análisis de los factores principales en la planta permite exponer la situación y la interacción de los diferentes aspectos, como lo expone Vergel (2009) quien presento en la universidad del Magdalena la propuesta y análisis del diseño y distribución de planta de Alfering Limitada sede II.

En este trabajo se realizo un análisis de los siguientes factores:

- ❖ Factor hombre
- ❖ Factor maquinaria
- ❖ Factor movimiento

Con lo que se logro presentar conclusiones que se adaptan a la empresa basándose en los factores fundamentales considerados por el autor.

2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una distribución de planta que permita optimizar la disposición de los elementos en el área de producción: Máquinas, recursos humanos y materiales e implementar 5s en la planta de producción de látex con el fin de establecer un estado de referencia específico para cada puesto de trabajo.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Minimizar los tiempos de transporte de material mediante una distribución que garantice la eficiencia de los recorridos en planta.
- ❖ Diseñar un programa de implementación de 5s en la planta de producción con el fin de establecer un orden específico del área de trabajo.
- ❖ Presentar conclusiones y recomendaciones pertinentes para el mejoramiento de las condiciones de trabajo y de reordenamiento en la distribución, para obtener un manejo eficiente del espacio.

3. JUSTIFICACIÓN

La distribución en planta es un problema ineludible para todas las empresas, el simple hecho de acomodar un equipo implica considerar el efecto sobre múltiples factores que son fundamentales a la hora de plantear una distribución en planta.

Es primordial analizar cuidadosamente cuales son las necesidades de la empresa y si ya existe una distribución, es necesario preguntarnos, ¿como la distribución actual satisface dichas necesidades?

El diseño de una distribución en planta puede significar el éxito o el fracaso de una compañía, según Muther (1970) “La distribución en planta es un fundamento de la industria. Determina la eficiencia y en algunos casos, la supervivencia de una empresa” (p. 13). Esto debido a que influye directamente en la actividad productiva definiendo aspectos tan importantes como el flujo del proceso, los tiempos de recorrido y el flujo de materiales.

La competitividad es un factor determinante en la permanencia y el éxito de las empresas, por lo que el uso de herramientas y técnicas que permitan la solución de problemas sin incurrir en gastos altamente representativos, son la forma más eficaz y eficiente a la hora de aumentar la productividad de los procesos.

El planteamiento de una distribución en planta bien estructurado es una de estas herramientas que sin incurrir en gastos representativos o en ocasiones ningún gasto, permite desarrollar un entorno productivo flexible, beneficiando al trabajador al brindarle un entorno seguro y reduciendo la fatiga ocasionada por recorridos largos e innecesarios, y a la empresa al desarrollar procesos productivos más eficientes minimizando tiempos, lo que representa un menor costo de producción.

El diseño de la distribución en planta tiene un enfoque vital, además de lo dicho anteriormente, el cual es la estandarización de los procesos. Estas dos herramientas de ingeniería tienen como objetivo fundamental la optimización del proceso, ya que particularmente, en el caso de Delatex, es totalmente necesario implementar proyectos que apoyen el crecimiento de la empresa.

Con el análisis de la situación actual, se evidencia que el mercado a obligado a la empresa a un crecimiento rápido, lo que ha impactado negativamente la estructura del proceso productivo como tal, pues este ha tenido que adaptarse a las

necesidades del entorno sin tener el tiempo necesario para desarrollar todos sus aspectos.

Con el diseño de la redistribución en planta y la implementación de 5s, se garantiza mayor eficiencia, satisfaciendo conjuntamente dos necesidades, por parte de la empresa, mantener su competitividad en el mercado y desarrollándose como empresa manufacturera a través de la aplicación de herramientas de ingeniería, y por parte del estudiante, la de adquirir experiencia en el entorno laboral y realizar un trabajo de grado con total aplicabilidad y resultados positivos.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO CONTEXTUAL

4.1.1 Reseña histórica y descripción. Manufacturas DELATEX eestá ubicada en la ciudad de Medellín en el barrio Boston en la calle 55 # 34-36, funciona en dos antiguas viviendas, en una de las casas funciona la parte de confecciones con 10 empleados, y en la otra funciona la línea de productos de látex con 18 empleados.

El surgimiento de la empresa se dio gracias a la identificación de una necesidad de los motociclistas de proteger su calzado durante el invierno, lo que llevo al establecimiento del producto estrella de la organización, las botas de látex.

Uno de los aspectos más importantes en el crecimiento de la empresa, es la innovación en el producto, pues de fabricar una simple bota que ya existía en el mercado, se paso a crear nuevos diseños que daban un valor agregado al producto a la vez que lo diversificaban, ampliaban su demanda y maximizaban la satisfacción del cliente. Estas primeras innovaciones eran básicamente la inclusión de un cierre en la bota, lo que luego se convirtió en suelas diferentes, variedad de los tamaños de la caña de las botas, e incluso un diseño para los zapatos con tacón.

Todo esto se traduce en una ventaja competitiva que ha mantenido a Delatex Ltda. en el mercado, por lo que la empresa ha debido tener un crecimiento a pasos agigantados, con el fin de responder a las exigencias del mismo.

Debido al crecimiento de la empresa, la administración se vio en la necesidad de contratar más personal, capacitar el personal en los procesos productivos y adquirir tanques más grandes para el látex y el coagulante.

Estos cambios permitieron ampliar la capacidad de producción de la empresa lo que implico una adaptación rápida y desordenada de la actividad productiva para lograr satisfacer la demanda creciente a la que se enfrentaban.

En el 2011 surge la idea de agregar un nuevo producto, el cual fue un impermeable. Este proceso inicia con nueva maquinaria lo que permite a la empresa ofrecer un producto de alta calidad y confiabilidad, esto es debido a que

el proceso no tiene una variación muy amplia y permite la continuidad de los procesos que los operarios ya conocen.

Debido a que el producto principal de la empresa presentaba una demanda estacional, (las botas se venden muy bien en invierno pero en verano la demanda cae casi por completo), nace la idea de diversificar los productos, por lo que en el año 2012 se inicia el proyecto de los guantes de látex.

La incursión en la producción de guantes de látex presentaba grandes inconvenientes en calidad ya que el conocimiento sobre el producto era muy básico, así que para solucionar este problema, a mediados del 2012 se contrato una persona con conocimiento y experiencia en preparación de mezclas para mejorar la calidad del látex y así obtener un mejor resultado en el producto final. Está claro que la empresa aun está surgiendo y que carece de la aplicación de técnicas de ingeniería industrial para mejorar la productividad del proceso, la calidad del producto y las condiciones del ambiente laboral.

4.1.2 Personal. Como se menciona anteriormente la planta de látex cuenta con 18 empleados distribuidos de la siguiente manera:

El área administrativa se compone de:

- ❖ 2 gerentes: gerente general y subgerente, (dueños de la empresa).
- ❖ 2 secretarias.
- ❖ 1 contador (trabaja medio tiempo)
- ❖ 1 mensajero
- ❖ 1 vendedor

La empresa trabajo dos turnos laborales, el turno 1 es en el día y el turno 2 es en la noche.

- ❖ En planta trabajan 3 operarios en el turno 1 y 2 en el turno 2.
- ❖ En producto semielaborado trabajan 5 operarias.
- ❖ En control calidad trabajo una supervisora de calidad.
- ❖ En mezclas químicas trabaja un operario.
- ❖ En mantenimiento trabaja un mecánico.

La persona encargada del control de calidad también supervisa los procesos, las cantidades de producción y despachos.

4.1.3 Misión. Nuestro compromiso es satisfacer las necesidades del mercado, brindando artículos de excelente calidad y gran aceptación para nuestros clientes marca la diferencia es la base de nuestro éxito y la felicidad del cliente.

4.1.4 Visión. Ser una empresa reconocida por la innovación y la diversificación en artículos de látex. Logrando posicionar la empresa en la cúspide del mercado.

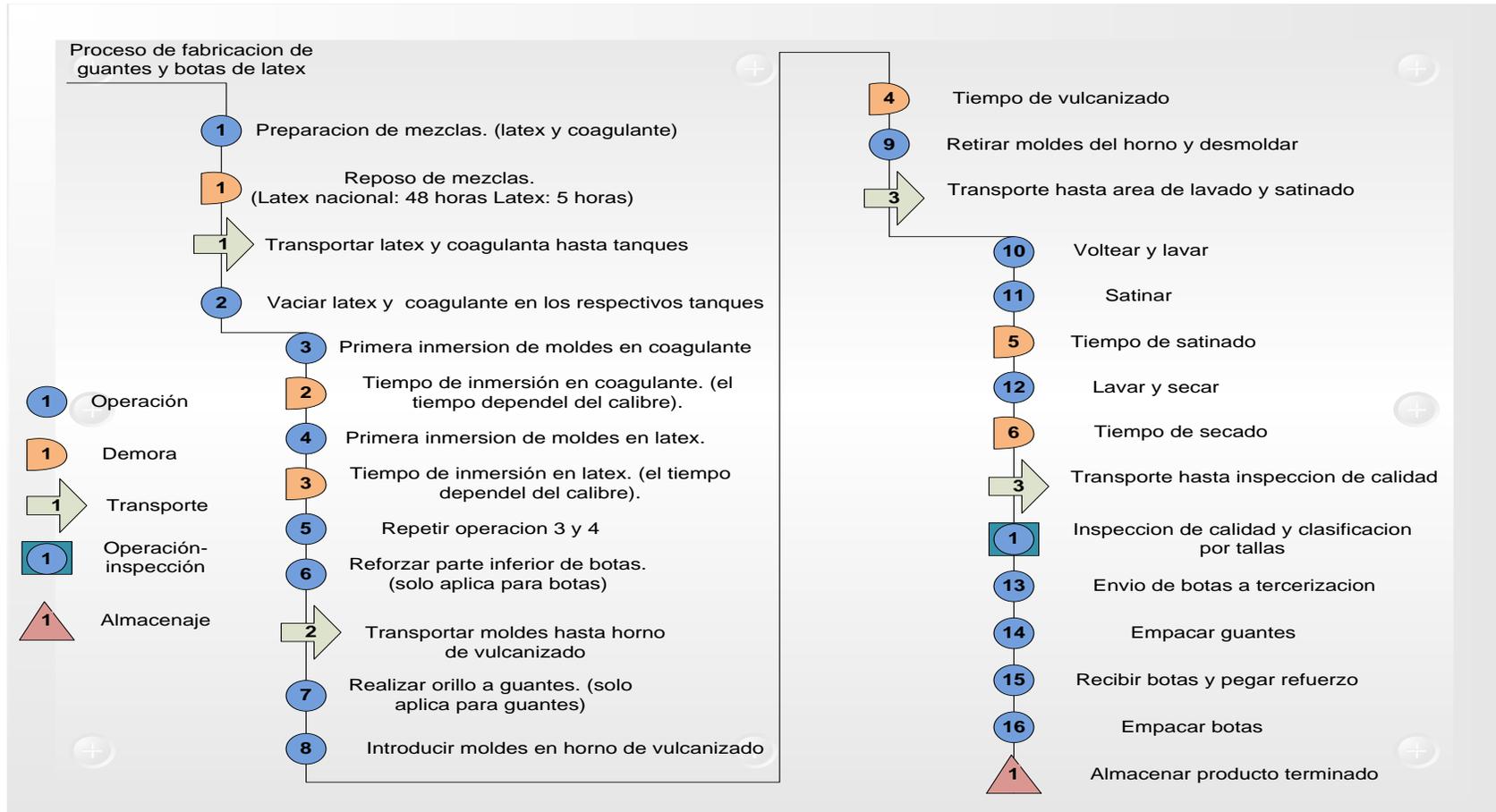
4.1.5 Valores

- ❖ Respeto
- ❖ Humildad
- ❖ Verdad
- ❖ Sabiduría
- ❖ Honestidad
- ❖ Perseverancia
- ❖ Igualdad

4.1.6 Procesos. Ya que este trabajo se basa en la planta de látex, se centra la atención en los procesos productivos que allí se desarrollan, los cuales son dos, el de botas y el de guantes.

Estos dos procesos son muy similares, sin embargo presentan algunas diferencias fundamentales. Además de estos dos productos, la empresa tiene dos sub-productos, los snork y los protectores de zapatos, sin embargo el látex utilizado para fabricar estos es sacado de las botas o los guantes que se clasifican como inconformes. Debido a que estos sub-productos no afectan la distribución en planta no se consideraran en el diagrama de flujo del proceso, sin embargo si se tendrán en cuenta a la hora de implementar las 5s. El diagrama del proceso se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5. Diagrama del proceso de producción de guantes y botas de látex



Fuente: el autor.

❖ Consideraciones del proceso

- El tiempo de reposo de la mezcla de látex depende de la procedencia del mismo. Si se trabaja con látex nacional el tiempo de reposo es de 48 horas, si el látex es importado el tiempo de maduración es de 5 horas.
- Las bandejas que contienen los moldes de guantes y botas, tiene capacidad por ambos lados, por lo que en cada inmersión se debe repetir el proceso por ambos lados según la programación de producción.
- El tiempo de inmersión de los moldes en el látex depende del calibre programado del producto. La maquina inmersora se programa para que permanezca sumergida tanto en el látex como en el coagulante según el tiempo estipulado para cada calibre.
- La parte inferior de las botas, (luego de haber sido sumergidas las dos veces en látex y en coagulante), debe ser reforzada en el tanque de látex por 3 segundos aproximadamente.
- El tiempo de vulcanizado es de una hora y media a una temperatura de 100 a 120 grados, según la temperatura del ambiente.
- El satinado depende de la concentración del químico, el tiempo de satinado es de 30 minutos.
- El tiempo de secado depende del calibre, en promedio debe ser una hora. Durante el secado se adiciona una silicona para darle brillo al producto, (apariencia). Transcurridos los primeros 40 minutos de secado, la secadora se pone en frio para evitar deformaciones al retirar el producto de la secadora.
- Luego de la inspección de calidad las botas son enviadas a un proceso de tercerización donde se les confecciona algunas partes. Luego de esta tercerización, las botas regresan a la planta de látex, se refuerza el cierre, empaca y almacena.

El proceso productivo de la planta de látex se compone de diferentes células de trabajo, donde se desarrolla un flujo sistemático y donde a pesar de no ser una línea de producción continua, se debe respetar la precedencia de las operaciones. Debido a que cada célula de trabajo se debe especializar en una operación específica, es fundamental considerar la individualidad de cada una de ellas, sus factores más relevantes y la relación tanto con la célula anterior, como con la siguiente.

4.1.7 Maquinaria

Tabla 2. Descripción de la maquinaria

Maquina	Descripción
<p data-bbox="298 499 773 569">Figura 6. Horno de vulcanizado estático</p> 	<p data-bbox="894 499 1463 569">Dimensiones: 280cm de largo, 60cm de ancho, 80cm de alto.</p> <p data-bbox="894 590 1463 915">Descripción: Este horno está dividido en dos partes iguales, trabaja con un quemador, temporizadores y un tablero. El horno de vulcanizado estático no permite realizar un curado eficiente, pues el producto permanece en un solo lugar durante, por lo que la temperatura no penetra igual en todas las partes del mismo.</p>
<p data-bbox="298 1108 837 1178">Figura 7. Horno de vulcanizado con rieles</p> 	<p data-bbox="894 1108 1463 1178">Dimensiones: De 450cm de largo, 140cm de ancho, 180cm de alto.</p> <p data-bbox="894 1199 1463 1524">Descripción: Trabaja con su respectivo quemador, aire caliente, temporizador y tablero. El horno de vulcanizado con rieles además de ampliar la capacidad permite realizar un curado más eficiente ya que el producto se desplaza por el horno mientras transcurre el tiempo, lo que permite una penetración de temperatura más homogénea.</p>

Tabla 2. (Continuación)

Maquinaria	Descripción
<p>Figura 8. Secadora industrial</p> 	<p>Descripción: Trabaja con un tambor central de acero inoxidable, tiene quemador, aire caliente temporizador, un tablero y todo el sistema trabaja con gas.</p>
<p>Figura 9. Lavadora industrial</p> 	<p>Descripción: Cuenta con un tambor central, con diferentes orificios para introducir el químico, el agua y también sirve para la salida de estos para ser procesados y utilizados nuevamente.</p>
<p>Figura 10. Maquina inmersora</p> 	<p>Descripción: Es automática y semi-automática funciona con una cadena que lleva unos piñones y en la cadena unas pesas para que no se descuelgue, cuenta con temporizadores para darle el tiempo requerido, esta se puede desplazar.</p>

Tabla 2. (Continuación)

Maquinaria	Descripción
<p data-bbox="298 390 781 426">Figura 11. Selladora de impulso</p> 	<p data-bbox="894 390 1463 457">Descripción: Trabaja con energía y con un pedal.</p>
<p data-bbox="298 848 618 884">Figura 12. Mezclador</p> 	<p data-bbox="894 848 1463 989">Descripción: Sirve para hacer dispersiones, trabaja con energía trifásica a 1800 revoluciones por minuto.</p>
<p data-bbox="298 1293 862 1360">Figura 13. Moldes de cerámica y bandejas</p> 	<p data-bbox="894 1293 1463 1549">Descripción: Son moldes con forma de manos que se encuentran en sus respectivas bandejas metálicas con unas dimensiones de 34cm de ancho, 60cm de largo y se arman en parejas (izquierda –derecha), en las bandejas caben 4 parejas. (Tallas 7, 8, 9,10).</p>

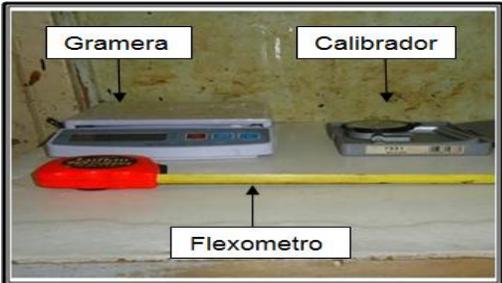
Tabla 2. (Continuación)

Maquinaria	Descripción
<p data-bbox="298 390 865 457">Figura 14. Tanques de acero inoxidable</p> 	<p data-bbox="894 373 1463 443">Dimensiones: 160 cm de largo, 80cm de ancho, 70 cm de alto.</p> <p data-bbox="894 464 1463 716">Descripción: uno de los tanques contiene un producto llamado coagulante (Da el calibre a los productos) y el segundo contiene Látex natural, la principal materia prima de la empresa, este último tanque tiene un tanque de abastecimiento.</p>
<p data-bbox="298 951 818 987">Figura 15. Carros de rodamientos</p> 	<p data-bbox="894 951 1463 1056">Descripción: En estos carros, se transportan los moldes ya con el látex y se llevan al horno de vulcanizado.</p> <p data-bbox="894 1077 1068 1113">Cantidad: 3</p>
<p data-bbox="298 1388 683 1423">Figura 16. Desmoldadero</p> 	<p data-bbox="894 1388 1463 1457">Descripción: se utiliza para fijar las bandejas y facilitar el desmolde.</p>

Fuente: el autor

4.1.9 Control de calidad. Para el control de la calidad y las especificaciones del producto se utilizan los siguientes instrumentos de medición:

Tabla 3. Instrumentos para el control de calidad

Instrumento de medición	Descripción
<p>Figura 17. Densímetro</p> 	<p>Con este instrumento se mide la densidad de las mezclas.</p>
<p>Figura 18. Gramera, calibrador y flexometro</p> 	<p>Gramera: Se toma el peso adecuado para los guantes, botas y otros productos especiales.</p> <p>Calibrador: Se toma espesor.</p> <p>Flexómetro: Se inspeccionan las medidas adecuadas para guantes y botas.</p>

Fuente: el autor

4.1.10 Materia prima

- ❖ Látex natural, en estado líquido. Después de su proceso se convierte en caucho con el cual trabajan la mayor parte de los productos.
- ❖ Nitrato de calcio
- ❖ Potasa caustica
- ❖ Oxido de zinc
- ❖ Azufre y Carbonato de calcio
- ❖ ZDEC, ZMBY

4.1.11 Descripción de productos

Tabla 4. Descripción de productos

Producto	Descripción
<p>Figura 19. Bota de látex corta</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Su diseño anatómico y elástico le permite ajustarse a cualquier estilo de calzado. ❖ Suela antideslizante. ❖ son impermeables y lavables. ❖ Empaque práctico para guardar y llevar. Disponible en tallas: 7-8-9-10
<p>Figura 20. Bota de látex media pierna con velcro</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Diseño especial para botas de seguridad. ❖ Se gradúa según el ancho necesario. ❖ Fácil de llevar. <p>Disponible en tallas: 7-8-9-10</p>
<p>Figura 21. Bota de látex extra larga</p> 	<p>Para los profesionales o motociclistas que trabajen en medios húmedos es ideal, ya que cubre toda la parte inferior del tronco; cumple la función de un pantalón y a su vez brinda mayor comodidad.</p> <p>Disponible en tallas: 7-8-9-10</p>

Tabla 4. (Continuación)

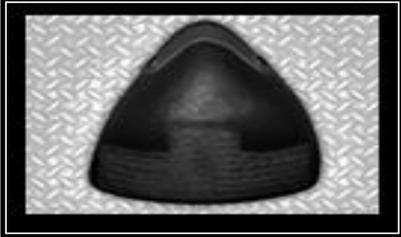
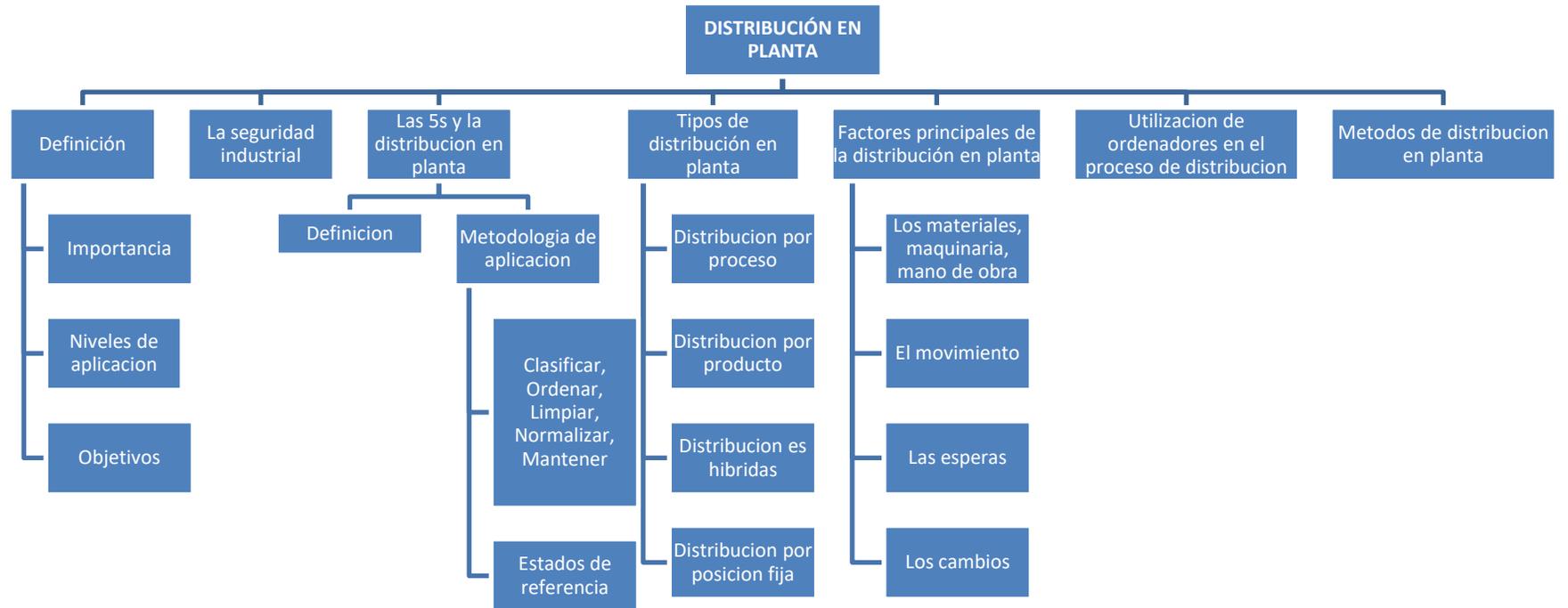
Producto	Descripción
<p data-bbox="298 373 748 409">Figura 22. Bota de látex dama</p> 	<p data-bbox="894 373 1463 520">Pensando en las mujeres, se diseñó esta bota para brindarles mayor seguridad a la hora de conducir en épocas de lluvia.</p> <p data-bbox="894 558 1463 737">Este diseño da solución a los problemas de los tacones, su abertura posterior y su diseño da gran confiabilidad y seguridad a la hora de lucirlas. Disponible en tallas: 7-8-9-10</p>
<p data-bbox="298 863 553 898">Figura 23. Snork</p> 	<p data-bbox="894 863 1463 1150"><i>Snork</i> es una máscara anti empañe desarrollada en materiales que no perjudican la salud del usuario. Es un accesorio producido para ser utilizado solo en cascos integrales de motociclismo en cualquier marca, siempre y cuando la estructura física de estos permita su instalación.</p> <p data-bbox="894 1157 1463 1230">Es un accesorio fácil de instalar y no requiere el uso de herramientas.</p>
<p data-bbox="298 1304 773 1339">Figura 24. Protector de calzado</p> 	<p data-bbox="894 1304 1463 1514">Este producto es utilizado comúnmente por los motociclistas para proteger el calzado, cuando se acciona la palanca de cambios, su diseño anatómico y elástico le permite ajustarse a cualquier estilo de calzado.</p> <p data-bbox="894 1524 1463 1703">En su parte inferior posee una capa antideslizante que le permite al usuario caminar con el protector puesto y en su parte superior posee una lengüeta reforzada para quitarlo fácilmente.</p>

Tabla 4. (Continuación)

Producto	Descripción
<p>Figura 25. Impermeables</p> 	<p>Sabemos que al sentirnos protegidos y a la vez lucir bien, aumenta la productividad del trabajador, por eso nos esforzamos en ofrecer un traje con un diseño único y la garantía de que vas a estar seco.</p> <p>Disponible en tallas: 7-8-9-10</p>
<p>Figura 26. Guantes de látex</p> 	<p>Formado en látex 100% natural, resistente al desgarro, abrasión a productos químicos a base de agua, álcalis, grasas, alcoholes, detergentes, diluidos y soluciones ácidas.</p> <p>Disponible en tallas: 7-8-9-10 Calibre: 25-35-40</p>

Fuente: el autor

Figura 27. Categorías de investigación



Fuente: el autor.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 DEFINICIÓN DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El desarrollo de los procesos productivos de toda organización se ve influenciado por múltiples aspectos, que analizados individualmente, conllevan al análisis y la investigación de cada vez más factores, que a su vez afectan el resultado final. Uno de estos aspectos es el diseño de distribución en planta, el cual por sí mismo incluye diversas categorías que deben ser estudiadas cuidadosamente para encontrar el diseño que mejor se adapte a las necesidades de determinada empresa.

“La distribución en planta es el proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.

Esta puede contribuir a la generación de la ventaja en costos por medio de los ahorros diversos que se logran con ella, además de ser factor para la implantación de nuevas técnicas tendientes a la optimización del sistema productivo, lo que trae como consecuencia la ventaja competitiva al sentar las bases para la creación de un sistema productivo flexible capaz de adaptarse a las variaciones de la demanda, cambios de diseño, mayor rapidez de reacciones ante problemas de calidad, control de inventarios, etc. Es decir, se cuenta con un sistema productivo tendiente a la eliminación de desperdicios y generador de productos cuya secuencia de actividades son las necesarias para la transformación agregándose un valor en cada una de ellas desde recepción de materia prima hasta la entrega y servicio del producto final” (Muther, 1970, p. 1).

5.2 IMPORTANCIA DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La importancia de la distribución en planta radica en la reducción de recorridos innecesarios y en el acondicionamiento de las instalaciones industriales a las necesidades del proceso productivo, a la vez que minimiza riesgos industriales y eleva la productividad de las organizaciones.

Un diseño eficiente de distribución en planta presenta los siguientes beneficios:

- ❖ Se aplica a todos aquellos casos en los que sea necesaria la disposición de unos medios físicos en un espacio determinado, ya esté prefijado o no.
- ❖ Su utilidad se extiende tanto a procesos industriales como de servicios.
- ❖ La distribución en planta es un fundamento de la industria, determina la eficiencia y en algunas ocasiones la supervivencia de una empresa.
- ❖ Contribuye a la reducción del coste de fabricación.
- ❖ Minimiza riesgos de accidentes
- ❖ Proporciona un ambiente de trabajo diseñado según las necesidades de determinado proceso.
- ❖ Se disminuyen las distancias de recorrido de los materiales, herramientas y trabajadores.
- ❖ Se mejora la circulación del personal, equipos móviles, materiales y productos en elaboración, etc.
- ❖ Disminuyen los tiempos de producción.
- ❖ Mejoran las condiciones de trabajo.

5.2.1 Niveles de aplicación. Se ha evidenciado que las organizaciones se ven sometidas al cambio, por lo que deben desarrollar la capacidad de adaptarse a este, para lograr subsistir en un medio industrial cada vez más competitivo. Generalmente, la mayoría de las distribuciones en planta quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida, sin embargo a medida que la organización crece y se encuentra implícita en los cambios internos y externos, el diseño inicial es cada vez menos eficiente, hasta el punto de hacerse necesaria una redistribución en planta.

Domínguez (1995, p. 275), señala que los motivos que justifican una redistribución en planta se deben, con frecuencia, a tres tipos básicos de cambios:

- ❖ Cambios en el volumen de producción, que pueden requerir un mayor aprovechamiento del espacio (por aumentar el número de equipos, por

tener que dedicar menor superficie a los ya existentes o por un cambio en las necesidades de almacenamiento).

- ❖ Cambios en la tecnología y en los procesos, que pueden motivar un cambio en los recorridos de materiales y hombres, así como en la disposición relativa de equipos e instalaciones.
- ❖ Cambios en el producto, que puede hacer necesarias modificaciones similares a las requeridas por un cambio en la tecnología.

El diseño de una óptima distribución en planta debe ser flexible, sin embargo, ningún diseño por eficiente que sea, garantiza que la necesidad de una redistribución no surgirá, este es de hecho el curso natural, pues es el comportamiento innato de la producción, el que conlleva a constantes cambios y desarrollos. La frecuencia de la distribución en planta dependerá de las exigencias del proceso productivo, pudiendo ser periódicamente o esporádicamente, bien por alguna de las razones descritas, bien porque la existente se considera una mala distribución.

De acuerdo a Meredith (1992, p.277, 278), los síntomas que ponen de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución de una planta productiva son:

- ❖ Congestión y deficiente utilización del espacio
- ❖ Acumulación excesiva de material en proceso
- ❖ Excesivas distancias a recorrer en el flujo del trabajo
- ❖ Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo
- ❖ Trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas
- ❖ Ansiedad y malestar de la mano de obra
- ❖ Accidentes laborales
- ❖ Dificultad del control de las operaciones y del personal

5.2.2 Objetivos de la distribución en planta. Los principales objetivos a los que debe apuntar una distribución en planta son:

- ❖ Reducir los costos de fabricación: haciendo que se requieran menos horas/hombre y menos horas/máquina por unidad de producción.
- ❖ Elevar la moral y satisfacción del trabajador: aumentando la higiene y la seguridad, eliminando así los riesgos para la salud; una buena distribución, determinará áreas para herramientas, fácil acceso a los almacenes de materiales, reducción del ruido, aireación, iluminación ventilación, entre otras.

- ❖ Disminuir retrasos en producción, equilibrando cargas y tiempos de operación.
- ❖ Minimizar el manejo de materiales: Este manejo es sumamente costoso en cualquier proceso, por lo que el sistema de manejo debe elegirse cuidadosamente.
- ❖ Obtener alto rendimiento del trabajo en el proceso. Acortar el tiempo de fabricación: Este objetivo hace referencia al material en proceso, el cual representa un alto capital invertido por la empresa, cuyo precio, a mayor tiempo, ayuda a incrementar el costo del producto, por lo que su almacenamiento debe reducirse con un buen manejo de inventarios.
- ❖ Facilitar la supervisión y mejorarla.
- ❖ Una utilización efectiva de todo el espacio disponible tanto vertical como horizontal.
- ❖ Simplificar el proceso de producción:
 - a) El equipo deberá ordenarse para su más alta utilización.
 - b) Una buena distribución procurará reducir al mínimo las demoras en el proceso y la congestión de productos intermedios.
 - c) Se deben prever las circunstancias y necesidades de mantenimiento del equipo, de tal manera que éste tenga la mínima demora para el proceso.
 - d) Se procurará aumentar la rata de producción, ordenando los elementos de tal forma que el tiempo de proceso sea mínimo.
- ❖ Resolver nuevas situaciones: Un estudio de distribución estará motivado por: Cambio en el diseño del producto; adición de un nuevo departamento; cambio en el volumen de demanda; frecuencia de accidentes.

5.2.3 Principios de la distribución en planta. Una buena distribución en planta integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor que afecte la actividad productiva de modo que resulte la mejor interacción entre todas estas partes. Para lograr una eficaz interacción es necesario considerar cada uno de los siguientes principios de distribución en planta según Maynard (1992, p. 78)

- ❖ **Principio de la mínima distancia recorrida:** A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer entre operaciones sea la más corta. Todo proceso industrial implica movimiento de material; por más que se desee eliminarlo no se conseguirá por completo. Siempre que se divide un proceso en varias operaciones, podemos disponer de un especialista o una máquina específica para cada una de ellas. Esta especialización del trabajo y de la maquinaria es la base de la producción eficiente.

- ❖ **Principio de la circulación o flujo de materiales:** 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 transforman, tratan o montan los materiales. Este es un complemento del principio de la mínima distancia recorrida. Significa que el material se moverá progresivamente de cada operación o proceso al siguiente, hacia su terminación. Es vital tomar como referencia las precedencias entre las operaciones. Este principio no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita tampoco el movimiento a una sola dirección. Muchas buenas distribuciones precisan de recorridos en zigzag o en círculo. El concepto de circulación se centra en la idea de un constante progreso hacia la terminación, con un mínimo de interrupciones, interferencias o congestiones.

- ❖ **Principio en igualdad de condiciones:** La distribución más efectiva proporciona un trabajo satisfactorio y seguro para los productores. Proporcionará costos de operación más reducidos y una mejor moral de los empleados, la seguridad es un factor de gran importancia en la mayor parte de las distribuciones, y vital en algunas. Una distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

- ❖ **Principio del espacio cúbico:** La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal, básicamente, una distribución es la ordenación de los diversos espacios ocupados por los hombres, material, maquinaria, y los servicios auxiliares. Todos ellos tienen tres dimensiones, ninguno ocupa meramente el suelo, por esto una buena distribución debe utilizar la tercera dimensión de la fábrica, de la misma manera el movimiento de los hombres, material o maquinaria puede efectuarse en cualquiera de las tres direcciones.

- ❖ **Principio de la flexibilidad:** Siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes, este objetivo se va haciendo más y más importante cada día, a medida de que los descubrimientos científicos, las comunicaciones, los transportes, etc., evolucionan con mayor rapidez, exigiendo a la industria que le siga en el ritmo de su avance. Ello implica cambios frecuentes, ya sea en el diseño del producto, proceso, equipo, producción, o fechas de entrega. Las plantas pierden con frecuencia, pedidos de los clientes a causa de que no pueden readaptar sus medios de producción con suficiente rapidez. Por este motivo se puede esperar notables beneficios de una distribución que permitan obtener una planta fácilmente adaptable o ajustable con rapidez y economía.

Estos principios de distribución en planta establecen las directrices a seguir para el diseño óptimo de toda distribución.

5.2.4 Factores de la distribución en planta. En la distribución en planta se hace necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos. La influencia e importancia relativa de estos factores puede variar de acuerdo con cada organización y situación concreta.

“Los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución, se dividen en ocho grupos: Factor material, factor maquinaria, factor hombre, factor movimiento, factor espera, factor servicio, factor edificio y factor cambio”, (Muther, 1970, p. 43, 44).

El examen sistemático de cada uno de estos factores permite desarrollar un diseño de distribución sin descuidar ninguno de los factores que afectan la misma.

Estos factores se describen de la siguiente manera:

5.2.4.1 Factor material. El objetivo de toda actividad productiva es transformar, tratar o montar un material de modo que se logre obtener un producto final con unas características funcionales determinadas, por esta razón la distribución de los elementos de producción dependen del producto que se desee y el material sobre el que se trabaja incluyendo los siguientes elementos: materia prima, material en proceso, productos acabados, material saliente o embalado, material de recuperación (chatarra, viruta, desperdicios), materiales para mantenimiento.

5.2.4.2 Factor maquinaria. La maquinaria debe ser seleccionada luego de determinar el proceso que mejor se adapte al producto. Es fundamental determinar cuál debe ser la capacidad de la maquinaria con el fin de implementar el quipo más óptimo, que cumpla con las condiciones requeridas. Siempre que se deba cambiar un equipo, se debe centrar la máxima atención en el mismo, determinando como encajar en las condiciones ya existentes y cómo cambiar los equipos que ya se tienen por el nuevo. Las características físicas y funcionales de la maquinaria permiten obtener una información determinante a la hora de diseñar una distribución en planta, dado que las dimensiones y los requerimientos de funcionamiento de las mismas, establecerán el lugar donde deben ubicarse.

5.2.4.3 Factor movimiento. El movimiento es fundamental en los tres elementos básicos de la producción (material, hombres y maquinaria), es esencial, generalmente si se trata del material (materia prima, material en proceso o productos acabados). El movimiento de material es una ayuda para conseguir rebajar los costes de producción, permite que los trabajadores se especialicen y que las operaciones se puedan dividir o fraccionar. Es fundamental establecer un

patrón o modelo de circulación a través de los procesos que sigue el material, los aspectos a tener en cuenta en dicho patrón son:

- ❖ Entrada de material
- ❖ Salida de material
- ❖ Materiales de servicio o auxiliares
- ❖ Movimiento de maquinaria y utillaje
- ❖ Movimiento del hombre

5.2.4.4 Factor servicio. Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven para auxiliar a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, maquinaria y material. Estos servicios comprenden:

- ❖ **Servicios relativos al personal:** En esta clase de servicios se encuentran incluidos los accesos a las situaciones previstas en el momento de llevar a cabo la distribución en planta, pues contribuyen a que los procesos sean ágiles y a que los trabajadores se sientan seguros. Por otro lado, se garantiza que el trabajo se desarrolle en condiciones y áreas adecuadas.
- ❖ **Acceso:** En este aspecto, se aplican los principios de flujo y distancias, es decir, que la secuencia de operaciones que un obrero debe seguir, debe concordar con su circuito de desplazamiento. El camino y los pasillos que están en el punto de llegada del personal y su lugar exacto de trabajo no deben presentar obstrucciones.
- ❖ **Instalaciones para uso del personal:** La ubicación y disposición de los elementos para uso del personal tienen consideraciones tanto económicas como morales, pues si estos elementos son tratados con negligencia o pasados por alto, incomodarán, ocasionando pérdida de tiempo y dinero dentro de estos son: parqueaderos, vestuarios, servicios sanitarios, teléfonos, etc.
- ❖ **Factor edificio:** Algunas industrias pueden operar en casi cualquier edificio industrial que tenga el número usual de paredes, techos, pisos y líneas de utilización. Unas pocas funcionan realmente sin ningún edificio. Otras, en cambio, requieren estructuras industriales expresamente diseñadas para albergar sus operaciones específicas. El edificio es el caparazón que cubre a los operarios, materiales, maquinaria y actividades auxiliares, siendo también una parte integrante de la distribución en planta. El edificio influirá en la distribución sobre todo si ya existe en el momento de proyectarla, razón por la cual las características del edificio llegan a ser en muchas ocasiones limitaciones a la libertad de distribución.

- ❖ **Factor cambio:** Los cambios envuelven modificaciones en los elementos básicos de la producción como hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares, condiciones externas y uno de los más serios es la demanda del producto, puesto que requiere un reajuste de la producción y es una cualidad positiva para la distribución en planta.

5.2.5 Tipos de distribución en planta. De acuerdo a Vallhonrat y a Corominas (1991, p. 50, 51) “en las distribuciones en planta para sistemas productivos, se puede distinguir entre las siguientes: de proyecto singular, de posición fija, por células de trabajo, por proceso u orientadas al proceso, por producto u orientadas al producto”

5.2.5.1 Distribuciones de proyecto singular. Las distribuciones de proyecto singular se constituyen de un grupo de actividades con algún o algunos aspectos irrepetibles. Como ocurre con la construcción de una carretera o una presa. Estos dos ejemplos presentan diferencias significativas, en la construcción de una carretera algunos elementos, dentro de ciertos límites, tendrán posiciones fijas a lo largo de la realización del proyecto, como la zona de clasificación y almacenaje de áridos, la planta asfáltica, etc.; en tanto que otros elementos como la maquinaria para el movimiento de tierras, se desplazan a la par con el progreso del proyecto. Por otro lado, en el caso de la construcción de una presa, predominan los elementos que se sitúan en posición fija o que varían poco.

Este tipo de distribución se desarrolla ubicando las estaciones de trabajo o centros de producción alrededor del producto en función de la secuencia adecuada del proceso. Se precisan consideraciones logísticas para asegurar que las actividades desarrolladas se adaptan al proyecto en el momento y lugares precisos.

5.2.5.2 Distribución de posición fija. La distribución de posición fija o estática, como también se la denomina, se usa cuando el producto es demasiado grande o engorroso para moverlo a lo largo de las distintas fases del proceso. En este caso, más que mover el producto de unas estaciones de trabajo a otras, lo que se hace es adaptar el proceso al producto. Ejemplo de este tipo de distribución son el montaje aviones y de proyectiles dirigidos.

❖ **Ventajas**

- Se logra una mejor utilización de la maquinaria.

- Se adapta a gran variedad de productos.
- Se adapta fácilmente a una demanda intermitente.
- Presenta un mejor incentivo al trabajador.
- Se mantiene más fácilmente la continuidad de la producción.
- No requiere una ingeniería de distribución costosa.

❖ **Desventajas**

- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, (el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad más lenta).
- Inversión elevada en equipos específicos.
- El conjunto depende de cada una de las partes, la parada de alguna maquina o la falta personal en alguna de las estaciones de trabajo puede parar la cadena completa.
- Trabajos muy monótonos que pueden afectar la moral del trabajador.

5.2.5.3 Distribución por células de trabajo (distribuciones híbridas). Una tecnología de grupo o distribución celular agrupa maquinas disimiles en centros de trabajo (o células) para trabajar en productos que tengan formas y requisitos de procesamiento similares. Una distribución de tecnología de grupo es similar a la distribución por proceso en que las células están diseñadas para ejecutar una serie específica de procesos, y es similar a la distribución por producto en que las células están dedicadas a una gama limitada de productos. Se usa cuando los volúmenes de producción para cada producto particular no son suficientes como para justificar una distribución de producto, mientras que si se agrupan de forma lógica ciertos productos en familias, la distribución de producto puede ser adecuada para cada familia. De esta manera, cada grupo homogéneo de productos se destinará a un grupo o subdivisión de trabajo, que funcionará de forma autónoma de los demás y completará, total o de forma mayoritaria, el proceso.

- ❖ **Célula de un trabajador-múltiples maquinas:** En este tipo de distribución un trabajador maneja varias maquinas diferentes al mismo tiempo, para producir un flujo de línea. Las maquinas se disponen formando círculos o en forma de U, de tal manera que el trabajador pueda controlar y operar todas las maquinas.
- ❖ **Tecnología de grupo:** Esta es una opción para volúmenes de producción pequeños en los que se quiere obtener las ventajas de una distribución por producto. Esta técnica genera células que no se limitan a un solo un trabajador,

aquí las partes o productos con características similares se agrupan en familias junto a las maquinas utilizadas para su producción, con el objetivo de minimizar los cambios o ajustes para la preparación de las maquinas.

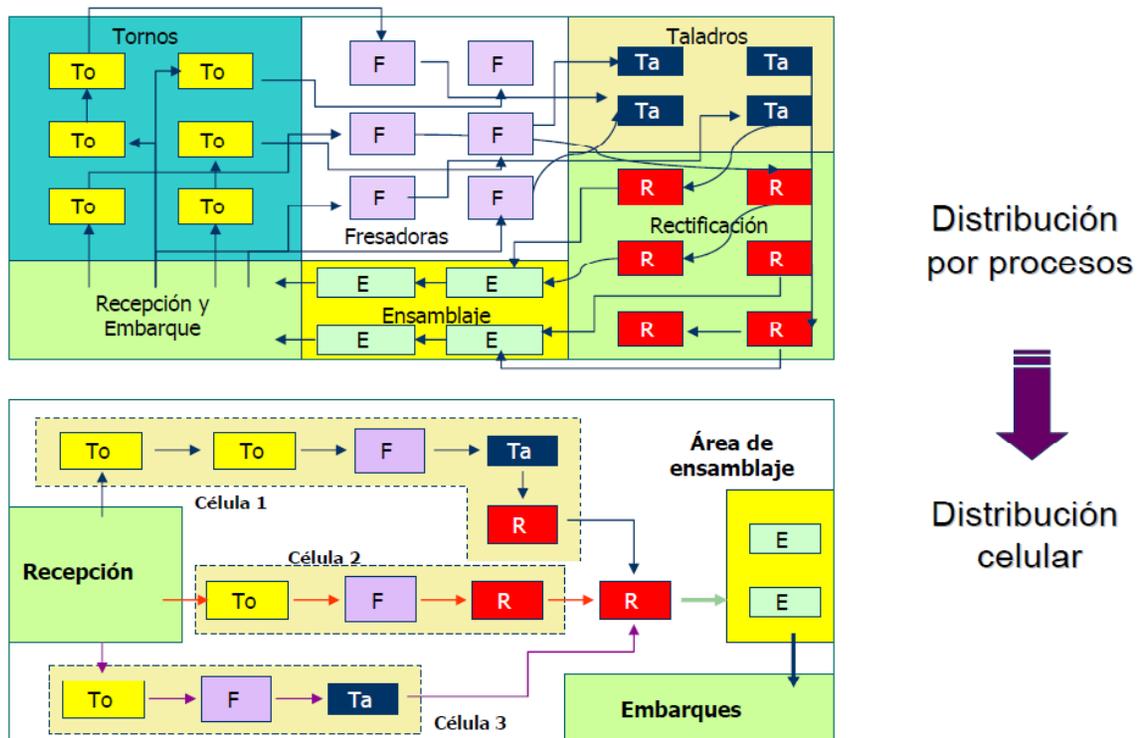
❖ **Ventajas**

- Mejora las relaciones humanas.
- Mejora de la pericia de los operarios, los trabajadores realizan un número limitado de ítems en un ciclo de producción finito.
- Disminución del material en proceso, una misma célula engloba varias etapas del proceso de producción, por lo que el traslado y manejo de materiales se ve reducido.
- Disminución de los tiempos de preparación, son necesarios menos cambios de herramienta 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.

❖ **Desventajas**

- Incremento en el costo y de organización por el cambio de una distribución por proceso a una distribución celular.
- Normalmente reducción de la flexibilidad del proceso.
- Potencial incremento de los tiempos inactivos de las maquinas, 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 los productos y/o procesos.

Figura 28. Ejemplo de diferenciación entre distribución por proceso y distribución celular



Fuente: escuela politécnica de ingeniería de Gijón, organización de empresas industriales. Distribución en planta.

5.2.5.4 Distribución por proceso. “En las distribuciones en planta orientadas al proceso, los componentes del sistema productivo se agrupan de acuerdo con la función que desempeñan.” (Vallhonrat y Corominas, 1991, p. 51).

La maquinaria y los servicios se agrupan según sus características funcionales, es decir, por ejemplo, el torneado, la soldadura, la pintura, etc. Se efectúan en departamentos separados.

Esta distribución es principalmente aplicada cuando existen bajos niveles de producción de diversas familias de productos, así como cuando los cambios en el volumen de producción son frecuentes, por lo que recibe el nombre de producción flexible. Un ejemplo de este tipo de distribución es un taller de reparación de automóviles de un tamaño considerable o empresas que trabajan únicamente bajo pedido. En comparación con la distribución celular, la distribución por proceso se caracteriza por altos grados de flujo departamental.

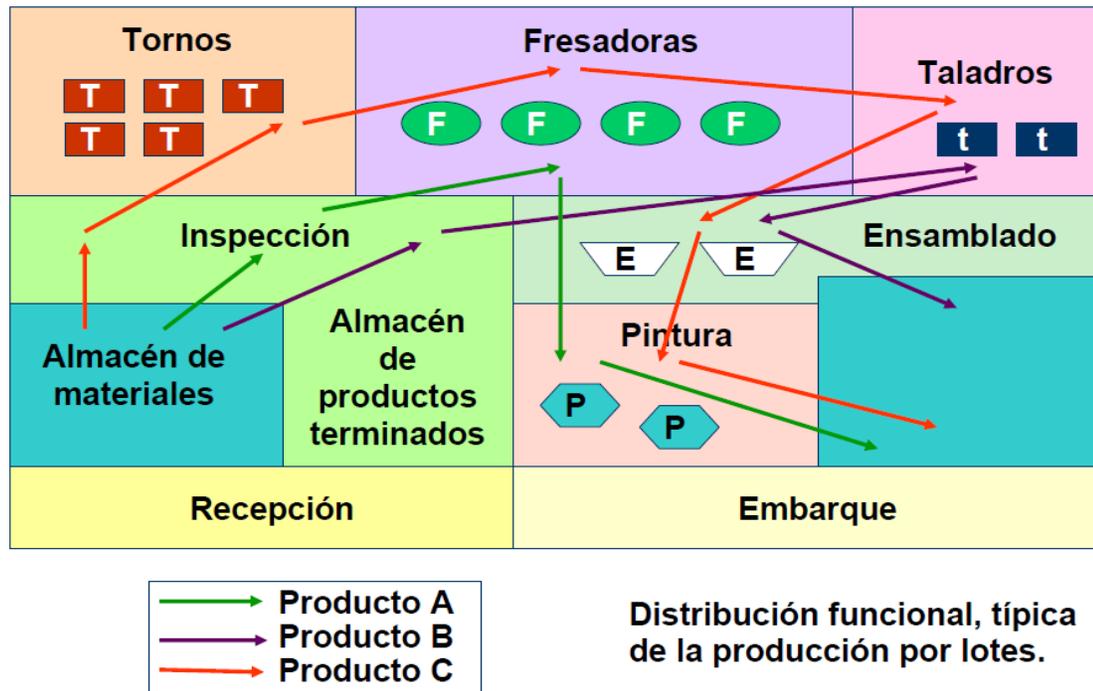
❖ **Ventajas**

- Todos los productos que se fabrican en la fabrica comparten las mismas maquinas, por lo que la capacidad de cada una de ellas puede emplearse al máximo reduciendo el número de maquinas necesarias.
- Una gran flexibilidad para ejecutar los trabajos, (es posible asignas tareas a cualquier maquina de la misma clase que esté disponible)
- Adaptable a gran variedad de productos, cambios fáciles cuando hay variaciones frecuentes en los productos o en el orden en que se ejecutan las operaciones.
- Existe mayor facilidad de control.
- Reduce la congestión y el área de suelo ocupado.

❖ **Desventajas**

- Existe mayor dificultad para fijar las rutas y los programas de trabajo.
- La separación de las operaciones y las mayores distancias que tienen que recorrer para el trabajo, dan como resultado más manipulación de materiales y costos más elevados, empleándose una mayor mano de obra.
- Para optimizar el transporte se fabrica en lotes grandes, anticipando la entrega a otros departamentos antes de lo necesario, por lo que aumentan los inventarios en proceso.
- La falta de disposiciones compactas de producción en línea y el mayor esparcimiento entre las unidades del equipo en departamentos separados significa más superficie ocupada.
- Sistemas de control de producción mucho más complicados y falta de un control visual.

Figura 29. Ejemplo de distribución por proceso en un taller de reparación de automóviles.



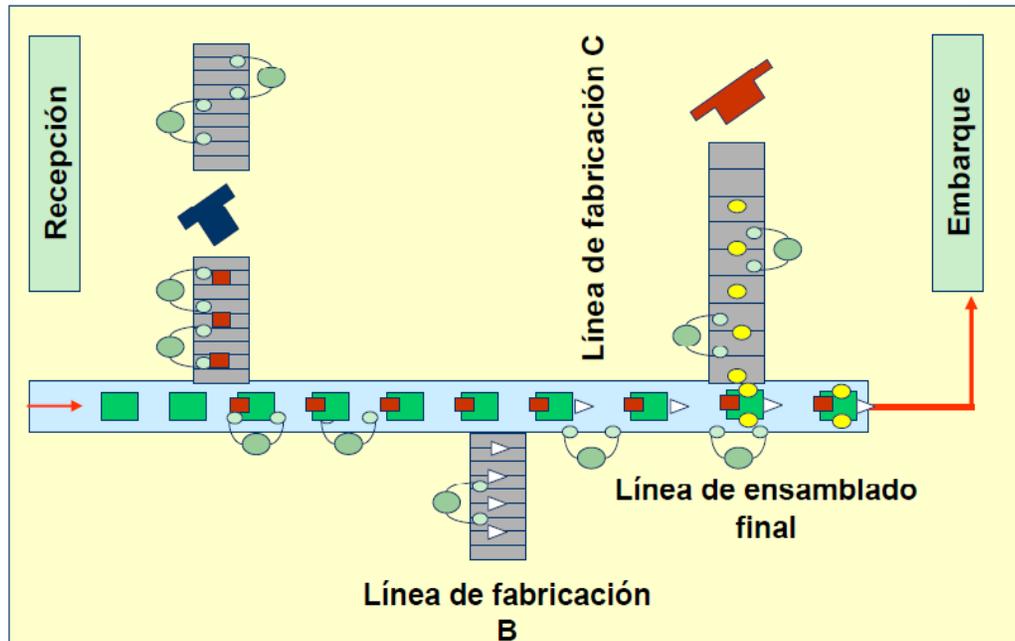
Fuente: escuela politécnica de ingeniería de Gijón, organización de empresas industriales. Distribución en planta.

5.2.5.5 Distribución por producto

“En las distribuciones orientadas al producto, los elementos que integran el sistema se disponen a lo largo de la trayectoria que siguen los materiales, desde que se inicia el proceso hasta que se obtiene el producto terminado. Estas distribuciones en planta son las características de productos de gran serie (como los automóviles o los electrodomésticos).”(Vallhonrat y Corominas, 1991, p. 52).

Las distribuciones en planta orientadas al producto permiten las economías de escala por su afinidad con los procesos de producción masiva. Este tipo de distribución puede, a su vez, dividirse en dos: la producción en línea y la producción de tipo continuo (acero, química).

Figura 30. Ejemplo de distribución orientada al producto



Recepción: Componente ■
Línea B: Componente ▴
Línea C: Componente ●

Distribución por producto, típica de la producción en línea (y también continua)

Fuente: escuela politécnica de ingeniería de Gijón, organización de empresas industriales. Distribución en planta.

5.2.6 Utilización de ordenadores en el proceso de distribución en planta

Debido al elevado número de factores que deben considerarse a la hora de diseñar una distribución en planta por proceso, en muchas ocasiones las técnicas por prueba y error son las únicas factibles, lo que implica un alto nivel de incertidumbre, dejando mucho al azar. El uso de ordenadores para facilitar los cálculos y posibilidades representa una herramienta fundamental, a pesar de que no exista en el mercado un software capaz de resolver los problemas de distribución en planta al 100%.

De acuerdo a Domínguez (1995, p. 307) “los programas desarrollados para asistir a la distribución en planta por proceso pueden utilizar criterios cuantitativos (debiendo ser especificadas entonces las matrices de distancia e intensidades de tráfico) o cualitativos (en cuyo caso se utiliza la escala de prioridades de cercanía de Muther)”.

Entre los software que existen en el mercado para el análisis de la distribución, pueden mencionarse los siguientes:

❖ ***CRAFT (computer relative allocation of facilities)***

Desarrollado por Buffa y Gordon, es un programa heurístico que puede operar hasta con 40 departamentos, siendo su desarrollo casi idéntico al algoritmo básico de transposición. Parte de una distribución previa que ha de tomarse como punto de partida y supone que el coste de las interrelaciones entre operaciones o departamento es producto de las matrices de distancia e intensidad de tráfico. Tras calcular el coste que genera la distribución inicial, intercambia los departamentos de dos en dos, evaluando el coste de cada uno, hasta encontrar la de menor coste. Versiones recientes permiten considerar la existencia de ventanas, puertas e incluso varios pisos.

❖ ***ALDEP (Automated layout desing program)***

Desarrollado por Seehof y Evans, tiene capacidad para distribuir 63 departamentos. Usa una matriz de código de letras similar a las especificaciones de prioridad de cercanías de Muther. Utiliza un algoritmo de barrido, de modo que selecciona aleatoriamente un departamento u lo sitúa en la esquina noroeste de la planta, colocándolos demás de forma sucesiva en función de las especificaciones de proximidad dadas.

❖ ***CORELAP (computerized relationship layout planing)***

Puede ordenar hasta 45 departamentos. En lo que será el centro de distribución sitúa el departamento que esta mas interrelacionado con el resto y, en sucesivas interacciones va colocando los demás en función de su necesidad de cercanía con los ya colocados. Las soluciones obtenidas, se caracterizan por la irregularidad de las formas.

❖ ***PREP (plan relayout and evaluation package)***

Puede analizar un total de 99 departamentos. Los resultados se basan en la distancia realmente recorrida en el manejo de materiales, es decir, no considera caminos rectos entre los centros de los departamentos, pudiendo trabajar con diferentes recorridos. (Domínguez, 1995).

5.2.7 Naturaleza de los problemas de distribución en planta.

Los casos en los cuales se genera una distribución en planta son los siguientes:

- ❖ **Proyecto de una planta totalmente nueva:** se trata de ordenar todos los medios de producción e instalación para que trabajen como conjunto integrado. En este caso se inicia desde cero, lo que permite mayor libertad a la hora de diseñar.
- ❖ **Expansión o traslado de una planta ya existente:** en este caso los edificios ya están construidos, limitando así la acción del ingeniero distribuidor.
- ❖ **Ajustes en distribuciones existentes:** se presentan principalmente cuando varían las condiciones de operación.

5.2.8 Patrones de flujo

La composición de las diferentes rutas de flujo individuales constituye el patrón general de flujo.

Puede decirse que uno de los factores claves para incrementar la productividad y las ventas es un eficiente flujo de los elementos que se mueven a través del proceso.

❖ Categorías

1. Horizontales
2. Verticales

❖ Patrones Horizontales

1. Línea Recta: Forma más simple que requiere recibo y despacho operados separadamente.
2. Flujo en L: Adoptado cuando el flujo en línea recta no es posible.
3. Flujo en U: Simple de administrar y facilita una combinación del recibo y despacho.
4. Flujo Circular: Aplicable cuando se desea terminar el flujo muy cerca del inicio.
5. Flujo en S: Utilizado cuando la línea de producción tiene una longitud muy grande.

5.2.9 Métodos de distribución en planta

❖ Método de la pantalla y la cinta

Este método es una distribución que se hace con pantallas transparentes y rollos de varias cintas que se ubican sobre una base de cuadrículada de mylar (plástico). La cuadrícula debe estar suavemente impresa y debe ser de 1/2 pulgada, con el objetivo de ubicar con facilidad muros, pasillos y maquinas. Primero se ubica la cinta de las paredes formando el contorno de la planta. Si es el caso, la expansión del edificio se hace por encima, permitiendo agregar un segundo y hasta un tercer piso.

- **Plan maestro**

Según Meyers (1993, p. 440) “El *plan maestro* es el producto terminado del proyecto de diseño de las instalaciones”. El plan maestro indica la ubicación de cada máquina, cada centro de trabajo, departamento, líneas de producción, y todos los demás factores relevantes en una planta industrial.

Para el desarrollo del plan maestro, como se dijo anteriormente se usan diferentes cintas para la representación física de los componentes:

1. Muros: Cintas de 1/4 a 3/8 de pulgada
2. Pasillos: cintas de 1/8 de pulgada
3. Líneas neumáticas e hidráulicas, eléctricas, transportadores (elevados o sin fin) y ubicación de columnas: a disposición del diseñador
4. Centros de trabajo: plantillas de operarios

Las pantallas son contornos de plástico transparente de todas las piezas específicas del equipo.

Las pantallas también se realizan dibujando el contorno del equipo sobre papel bond, y después se escribe sobre este la descripción y las dimensiones de los objetos. Luego se hace una transparencia en la copiadora, se cortan las plantillas y se usa cinta de doble cara para ubicar el equipo en el lugar que corresponda sobre la cuadrícula. El original (en papel bond) permite obtener un número ilimitado de copias, lo que es de gran utilidad para redistribuciones futuras.

El procedimiento para realizar la distribución en planta empleando el método de la pantalla y la cinta se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Colocar la base *mylar* sobre una mesa.
2. Hacer el contorno de los muros exteriores
3. Colocar las puertas

4. Ubicar las vigas tipo I
5. Ubicar los pasillos
6. Situar las paredes interiores, (que deben ser minimizadas pues interfieren con el flujo apropiado)
7. Localizar el equipo según el análisis del flujo y de la relación de actividades
8. Usar una cubierta de plástico transparente que muestre el flujo del material, (diagrama de flujo)

- **Modelos tridimensionales**

Los diseños de distribución en planta que usan modelos tridimensionales tienen la ventaja de evidenciar cualquier problema con las alturas. Los modelos tridimensionales se colocan en una cubierta de plástico transparente con cuadrícula de 1 pulgada=1 pie cuadrado. Son útiles, pero su alto costo, la dificultad para copiarlos y el problema de espacio para almacenarlos, los hacen menos deseables. El procedimiento para usar modelos 3D es el mismo que el de la pantalla y la cinta. Las escalas de medidas son las mismas.

- ❖ **Método del transporte**

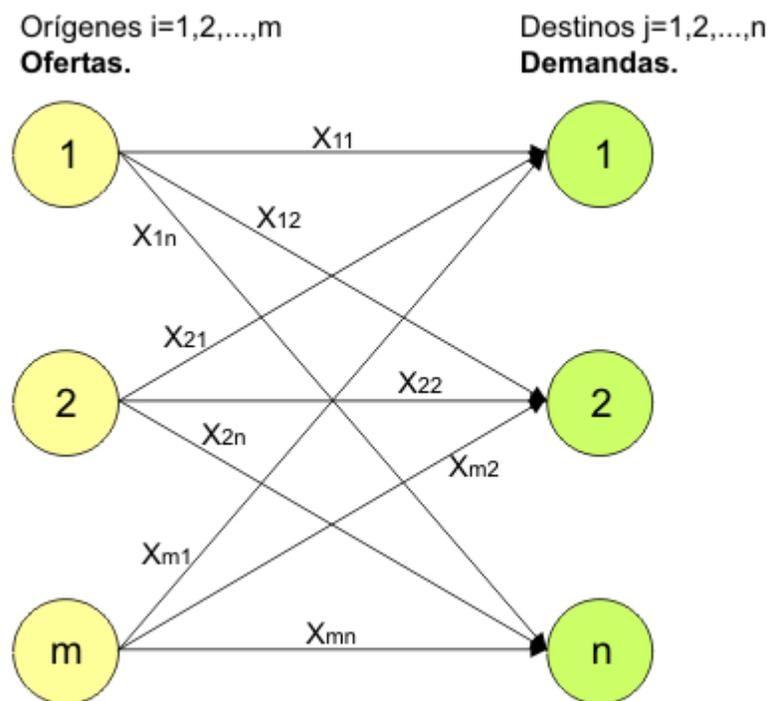
Esta técnica es una aplicación de la programación lineal a un tipo de problema con unas características particulares. Se considera que existe una red de puntos, orígenes o destinos de unos flujos de bienes, materiales o productos. La localización de nuevos puntos en la red afectará a toda ella, provocando reasignaciones y reajustes dentro del sistema. El método del transporte permite encontrar la mejor distribución de los flujos mencionados basándose, normalmente, en la optimización de los costes de transporte o alternativamente, del tiempo, la distancia, el beneficio, entre otros.

En los problemas de distribución este método puede utilizarse para analizar la mejor ubicación de un nuevo centro, de varios a la vez, y en general para cualquier reconfiguración de la red. En cualquier caso debe ser aplicado a cada una de las alternativas a considerar para determinar la asignación de flujo más óptima. (Domínguez, 1995, p. 264).

- **Definición**

Dada una red de nodos, parte de los cuales son m orígenes con oferta a_i de algún producto, otra parte de los nodos son n destinos con demanda b_j del mismo bien. Se trata de satisfacer las demandas aprovechando las ofertas para lo cual se tiene el respectivo costo unitario C_{ij} de transporte, y el objetivo de que la suma de costos sea mínimo. La distribución de bienes debe permitir el cumplimiento de cada demanda con uno o más orígenes.

Figura 31. Representación de una red de transporte simple, envía unidades X_{ij} , del origen i al destino j



Fuente:

http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/porta/Polilibros/P_terminados/Investigacion_de_Operaciones_Careaga/Common/IO-modulo4-transpsimple.htm

- **Oferta contra demanda**

Una situación normal que presenta el problema de transporte, es que la suma de unidades por enviar desde los orígenes, no es igual a la suma de unidades pedidas en los lugares de destino. La metodología de solución, requiere ajustar primero, para tener equilibrio entre oferta y demanda.

- **Solución al problema de transporte**

Se puede resolver con el método especial, pero también se puede modelar el problema y aplicar el algoritmo Simplex.

- **Modelo de programación lineal del problema de transporte**

Sea: X_{ij} = Unidades enviadas del origen i ($i = 1, 2, \dots, m$), al destino j ($j = 1, 2, \dots, n$)

C_{ij} = Costo unitario desde el nodo origen i hasta el nodo destino j .

a_i = Oferta del origen i , ($i = 1, 2, \dots, m$); b_j = Demanda del destino j ($j = 1, 2, \dots, n$)

Figura 32. Restricciones del modelo del problema del transporte

$$\text{Min} Z = \sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} C_{ij} X_{ij}$$

sujeta a las restricciones siguientes de:

$$\text{Oferta} : \sum_{j=1}^{j=n} X_{ij} = a_i$$

$$\text{Demanda} : \sum_{i=1}^{i=m} X_{ij} = b_j$$

Fuente:

http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/porta/Polilibros/P_terminados/Investigacion_de_Operaciones_Careaga/Common/IO-modulo4-transpsimple.htm

El modelo de programación lineal aquí mostrado se presenta para un problema balanceado con las restricciones de oferta y demanda en igualdad. Para el caso de un problema no balanceado (oferta y demanda en desigualdad) es necesario el equilibrio: $\sum a_i = \sum b_j$, además, debe cumplirse que toda $X_{ij} \geq 0$.

- **Ejemplo de aplicación del problema del transporte**

Una fábrica dispone de 3 centros de trabajo A₁, A₂, A₃ cuyas respectivas producciones ascienden a 10000, 15000 y 20000 unidades, las cuales se distribuyen a tres centros de trabajo del departamento siguiente B₁, B₂, B₃ para continuar con el proceso productivo.

Debido a que las distancias existentes entre cada origen A y cada destino B varían, los costos de transporte por unidad también son diferentes, lo que se resume en la tabla 1.

Tabla 5. Costos de transporte entre orígenes y destinos

	Hasta B ₁	Hasta B ₂	Hasta B ₃
Desde A ₁	4	3	1
Desde A ₂	1	3	2
Desde A ₃	4	2	1

Fuente: el autor

Considerando que los centros de trabajo destino (B) deben albergar un stock de unidades suficientes para satisfacer una demanda diaria de 7500, 12500 y 25000 unidades respectivamente, se desea conocer el programa óptimo de distribución que minimiza los costos totales de transporte.

Sea:

X_{ij}: cantidades enviadas desde el origen "i" hasta el destino "j".

Para "i": 1, 2, 3

Para "j": 1, 2, 3

Variables:

X₁₁ X₁₂ X₁₃ X₂₁ X₂₂ X₂₃ X₃₁ X₃₂ X₃₃

F₀ min Z = 4X₁₁ + 3X₁₂ + X₁₃ + X₂₁ + 3X₂₂ + 2X₂₃ + 4X₃₁ + 2X₃₂ + X₃₃

Restricciones de oferta

A₁ = X₁₁ + X₁₂ + X₁₃ = 10000

A₂ = X₂₁ + X₂₂ + X₂₃ = 15000

A₃ = X₃₁ + X₃₂ + X₃₃ = 20000

Restricciones de demanda

$$B_1 = X_{11} + X_{21} + X_{31} = 10000$$

$$B_2 = X_{12} + X_{22} + X_{32} = 15000$$

$$B_3 = X_{13} + X_{23} + X_{33} = 20000$$

Para que un problema se pueda resolver de esta manera la oferta debe ser igual a la demanda.

- **Heurística del mínimo costo**

La heurística del mínimo costo permite encontrar el menor costo de transporte de la siguiente manera:

Tabla 6. Aplicación de la heurística del mínimo costo en el método del transporte

Desde / Hasta	B ₁		B ₂		B ₃		Oferta
A ₁	X	4	5000	3	5000	1	10000
A ₂	7500	1	7500	3	X	2	15000
A ₃	X	4	X	2	20000	1	20000
Demanda	7500		12500		25000		45000/45000

Fuente: el autor

El método consiste en ubicar valores en la celdas, iniciando con el menor costo, sin sobrepasar los valores de la fila y la columna respectiva, cuando ya no sea posible ubicar un valor en un celda (el valor ya esta correspondido), se coloca una X en la dicha celda.

Luego se multiplica el valor de cada celda por el costo respectivo y se suma todos los valores obtenidos para hallar el costo total, así:

$$\text{Costo total} = 5000(3)+5000+7500+7500(3)+20000 = 70000$$

La distribución más óptima es:

Desde A₁ hasta B₂ = 5000 unidades

Desde A₁ hasta B₃ = 5000 unidades

Desde A₂ hasta B₁ = 7500 unidades

Desde A_2 hasta $B_2 = 7500$ unidades

Desde A_3 hasta $B_3 = 20000$ unidades

❖ **Análisis de la distribución por proceso**

La decisión clave a tomar en este caso será la disposición de los diversos talleres. Para adoptar dicha decisión se seguirá fundamentalmente la satisfacción de criterios tales como disminuir las distancias a recorrer y el coste de manejo de materiales. Si existe un flujo de materiales claramente dominante sobre el resto de la distribución de los talleres podría asemejarse a la disposición de los equipos en una línea recta. Debe considerarse también, los recorridos realizados con el fin de efectuar supervisiones, inspecciones, trabajo directo o simple comunicación.

En ocasiones no es posible obtener de forma fiable la información cuantitativa referida al tráfico de materiales entre departamentos, o simplemente no es el factor más importante a considerar, siendo los factores cualitativos los que cuentan con verdadera relevancia a la hora de tomar la decisión.

El proceso de análisis se compone, en general, de tres fases:

1. Recogida de información
2. Desarrollo de un plan de bloque
3. Diseño detallado de la distribución

Estas tres fases se resumen en la tabla 7.

Tabla 7. Desarrollo de la distribución por proceso

		FASES			
		Recogida de información	Plan de bloque	Distribución detallada	
Naturaleza de los factores relevantes	Cuantitativos	Espacio requerido	Matriz de intensidades de trafico	Minimizar el coste de transporte: algoritmo básico de transposición	Consideración de otros factores y restricciones
		Espacio disponible	Matriz de distancias		
	Cualitativos	Otras consideraciones	Matriz de costes	Consideración de las prioridades de cercanía: método S.L.P	
			Prioridades de cercanía		

Fuente: Dirección de operaciones, aspectos estratégicos en la producción y los servicios Domínguez, J.A. (1995, p.292).

- **Recogida de información**

En primer lugar, es necesario conocer los requerimientos de espacio de cada área de trabajo. Lo que requiere un cálculo previo, entonces es necesario determinar:

1. Las previsiones de demanda, las cuales se irán traduciendo sucesivamente en un plan de producción.
2. Una estimación de las horas de trabajo necesarias para producir dicho plan
3. Número de trabajadores y maquinas necesario por áreas de trabajo

Las maquinas y puestos de trabajo necesitan un cierto espacio físico, denominado superficie estática, S_s ; junto a este hay que reservar otro, denominado superficie de gravitación, S_g ; para que los operarios desarrollen su trabajo y los materiales y herramientas puedan ser situados. Además, hay que añadir la superficie de evolución, S_e ; espacio suficiente para permitir los recorridos de materiales y operarios. De acuerdo con ello, una de las formas más comunes de calcular la superficie total necesaria de un departamento o sección es:

- Calcular la superficie estática:

$$S_s = L \times L$$

- Calcular la superficie gravitacional:

$$S_g = S_s \times N$$

Donde N = numero de lados de utilizacion de la maquina o equipo

- Calculo de superficie de evolución:

$$S_e = (S_s + S_g) \times k$$

Donde k = coeficiente que varia entre 0,05 y 3 segun el tipo de industria

Tabla 8. Valores de K

<i>Tipo de industria</i>	<i>Valores de k</i>
Textiles-procesos de hilatura	0.05 - 0.25
Textiles-proceso de tejido	0.5 - 1
Talleres mecánicos	1.5 - 2
Industria metalmecánica	2 - 3

Fuente: Dirección de operaciones, aspectos estratégicos en la producción y los servicios Domínguez, J.A. (1995, p.292).

En cuanto al espacio disponible, en principio, bastara con conoce cuál es la superficie total de la planta para realizar un aproximación, cuadricularla y estimar la disposición del espacio, sin embargo a la hora de realizar la distribución

detallada es necesario especificar en las formas exactas del espacio y los elementos fijos que limitan y perfilan la distribución.

La información proporcionada por datos históricos, por las hojas de ruta y/o por los programas de producción permitirá construir una matriz de intensidades de tráfico, cuyos elementos representan el número de mantenimientos entre departamentos por periodo de tiempo.

Las distancias entre diversas áreas en las que se dividirá la planta y en las que podrían localizarse los distintos talleres quedaran recogidas en la matriz de distancias.

El coste de transporte de material dependerá directamente del equipo utilizado para ello, dicho coste quedara plasmado en la denominada matriz de costes.

Por último se debe recopilar toda aquella información que se considere relevante para la distribución en planta.

- **Desarrollo de un plan de bloque**

Una vez determinado el tamaño de las secciones de producción, se debe proceder a su ordenación dentro de la planta. Esta fase presenta un número elevado de posibilidades, de modo que la obtención de una solución que alcance los objetivos y cumpla en lo posible con las restricciones impuestas, es muy factible.

1. Criterios cuantitativos: el coste del transporte

Para una distribución dada el coste total por transporte sería:

$$CCT = \sum t_{ij} d_{ij} c_{ij}$$

Donde:

t_{ij} = **numero de mantenimientos que salen de la actividad i hasta la actividad j**

d_{ij} = distancia existente desde la actividad i a la actividad j

c_{ij} = coste por unidad de distancia y
manutención de la actividad i a la actividad j

De las variables mencionadas la única que depende de la localización relativa de los departamentos es d_{ij} , por lo que el problema a resolver será determinar aquella distribución o combinación particular de d_{ij} que minimice CCT .

Debido al elevado número de posibles combinaciones la solución se complica demasiado ya que el número de casos posibles cuando existen n secciones sea de $n!$.

Para superar dicho inconveniente se recurre a la solución del problema mediante algoritmos heurísticos que, al menos, proporcionan soluciones satisfactorias.

El algoritmo básico de trasposición parte de una distribución arbitraria (o ya existente), a la cual se denomina permutación base. Se calcula el coste por transporte que esta supone, y se generan todas las permutaciones posibles entre las actividades, intercambiando dos a dos las de la permutación base (el número de permutaciones obtenidas de esta forma será:

$$\text{Numero de permutaciones obtenidas} = n(n - 1)/2$$

Luego se calcula el coste de cada una de las permutaciones generales, de forma que si se obtiene alguno inferior al de la base, la distribución correspondiente será adoptada en lugar de aquella, volviéndose a aplicar sobre la misma el proceso descrito.

Se debe tener muy presente que la solución obtenida puede ser la más satisfactoria en base al criterio que se trate (minimizar el costo del transporte), pero que en la práctica esta puede ser inviable por determinadas restricciones y circunstancias que deben ser consideradas pudiendo ser necesario un reajuste de la solución encontrada.

1. Criterios cualitativos: las prioridades de cercanía

Puede ocurrir que la distribución en planta deba realizarse teniendo en cuenta factores cualitativos. En dichos casos la técnica más aplicada es la desarrollada por Muther y Wheeler denominada S.L.P (*Systematic Layout Planing*). En dicha

técnica las prioridades de cercanía entre departamentos se asimilan a un código de letras, siguiendo una escala que decrece según el orden de las vocales:

A: absolutamente necesaria

E: especialmente importante

I: importante

O: importancia ordinaria

U: no importante

La indeseabilidad se representa con la letra X.

Dichas especificaciones se representan en un gráfico que además permite observar las razones que motivan el grado de preferencia. El proceso continúa 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. El diagrama se ajusta 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 intenta unir cuanto se pueda los departamentos relacionados con arcos E, después los relacionados con arcos I, por último con arcos O, hasta obtener una distribución satisfactoria. Una vez obtenida la disposición relativa, se procede a dar forma a la misma considerando las superficies y restricciones de espacio con que cuenta cada departamento.

- **Distribución detallada**

Por último es necesario realizar la ordenación de los equipos y máquinas dentro de cada departamento, obteniéndose una distribución detallada de las instalaciones y todos sus elementos. Dicha ordenación puede enfocarse como una distribución en planta en miniatura pudiéndose utilizar los métodos contemplados para la distribución interdepartamental. En la obtención de esta distribución pueden surgir determinados contratiempos (por ejemplo: escaleras, montacargas, columnas, resistencia de suelos, altura de techos, etc.) no considerados en etapas previas, lo que puede hacer necesaria la revisión de la solución obtenida en la etapa anterior. (Domínguez, 1995).

5.2.10 La seguridad industrial. Según Hernández, Malfavon y Fernández (2005), al ejecutar actividades productivas es evidente que el riesgo atenta contra su salud y bienestar. Conforme se ha ido haciendo más compleja la realización de las actividades de producción, se han multiplicado los riesgos para el trabajador y se han producido numerosos accidentes y enfermedades.

Sin embargo, a pesar de la importancia que representa para el hombre el mantenimiento de condiciones saludables y seguras, cronológicamente hablando, el reconocimiento de dichos factores es un hecho muy reciente y se puede llegar a apreciar su evolución por el estudio de la seguridad e higiene industrial. (p. 9)

El desarrollo de la complejidad de las actividades productivas y su especialización, implican que un accidente repercute directamente en la producción como tal, ocasionando pérdidas que se reflejan en el beneficio de la organización.

Es un hecho que el no contar con un sistema de seguridad industrial, implica un alto y constante riesgo para los trabajadores de una planta de producción. El no implantar un programa de seguridad industrial que garantice y prevea de accidentes laborales por no incurrir en un costo adicional, ocasiona incrementos inmedibles en los gastos por tener que sobrellevar el costo de accidentes frecuentes, ausentismos y mano de obra inconforme, (lo que puede ocasionar protestas, demandas, pérdida de prestigio, entre otros).

Uno de los objetivos señalados anteriormente, de la distribución en planta es la seguridad, y esto es debido a que todo diseño de distribución en planta debe apuntar y tener como un factor relevante la seguridad industrial, pues de nada serviría una distribución eficiente en términos de producción, que someta a peligros y fatigas excesivas a los trabajadores, de hecho el equilibrar las cargas laborales traería consigo beneficios para el flujo de las operaciones, lo que lleva a la conclusión de que una distribución en planta que tenga en consideración la seguridad industrial, nunca será una distribución eficiente.

“Si las condiciones de trabajo no son seguras costaran a la empresa mucho dinero, pues será más caro el seguro de los trabajadores y habrá más quejas de los sindicatos. Si se adquiere la reputación de que se trabaja en condiciones arriesgadas pueden tenerse problemas a la hora de contratar personal. Al estudiar una distribución en planta, deben tenerse permanentemente en cuenta las condiciones bajo las cuales van a trabajar los obreros y los empleados. Debemos hacer todo lo posible para eliminar las proyecciones de las maquinas o de los

equipos que puedan molestar o lesionar a la gente. La maquinaria ruidosa debe ser aislada. Deben ser evitados los cruces peligrosos en los que puedan ocurrir colisiones entre carretillas elevadoras y trabajadores” (Vaughn, 1988, p. 104).

5.3 LAS 5S

5.3.1 Definición. Es una metodología que tiene su origen en Japón, la cual está orientada a desarrollar lugares de trabajo donde "se respire" la calidad. Esta herramienta administrativa permite lograr un “Mantenimiento Integral” de la organización, es decir no sólo se basa en equipos mecánicos o infraestructura; sino que va más allá, preocupándose también por el ambiente en donde se realiza el trabajo de la empresa.

Se denominan 5S por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas.

5.3.2 Objetivo de las 5S. El objeto principal es mejorar y mantener las condiciones de trabajo en la organización, que haya orden y limpieza. No es calificada como adaptación de estética para embellecer a la organización. Se trata por el contrario de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y la eficiencia y, en consecuencia, la calidad, la productividad y la competitividad de la organización.

Desde luego que sí, al ser esta una herramienta sencilla y sin tener en su uso muchos costes y costos, permite a la organización orientarla a desarrollar lugares de trabajo donde "se respire" la calidad, es por ello que es una herramienta o técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad.

Su aplicación mejora los niveles de:

1. Calidad.
2. Eliminación de Tiempos Muertos.
3. Reducción de Costos.

La aplicación de esta Técnica requiere el compromiso personal y duradero para que la organización sea un auténtico modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene.

Los primeros en asumir este compromiso son los Gerentes y los Jefes y la aplicación de esta es el ejemplo más claro de resultados a corto plazo.

5.3.3 Concepto de cada “S”

❖ SEIRI (clasificación y descarte)

Esta se implementa con la finalidad de separar las cosas necesarias de las que no lo son manteniendo siempre lo necesario en un lugar conveniente, adecuado y sobre todo a la vista para optimizar su uso.

• Ventajas de Clasificación y Descarte

- Reducción de necesidades de espacio, stock, almacenamiento, transporte y seguros.
- Evita la compra de materiales no necesarios y su deterioro (logística).
- Aumenta la productividad de las máquinas y personas implicadas.
- Provoca un mayor sentido de la clasificación y la economía, menor cansancio físico y mayor facilidad de operación.

❖ SEITON (organización)

La organización debería ser la síntesis de la de la eficacia. Es una cuestión de cuán rápido uno puede conseguir lo que necesita, y cuán rápido puede devolverla a su sitio nuevamente.

Cada cosa debe tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso.

Tener lo que es necesario, en su justa cantidad, con la calidad requerida, y en el momento y lugar adecuado llevará a estas ventajas:

- Menor necesidad de controles de stock y producción.
- Facilita el transporte interno, el control de la producción y la ejecución del trabajo en el plazo previsto.
- Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta.
- Evita la compra de materiales y componentes innecesarios y también de los daños a los materiales o productos almacenados.
- Aumenta el retorno de capital.
- Aumenta la productividad de las máquinas y personas.

- Provoca una mayor racionalización del trabajo, menor cansancio físico y mental, y mejor ambiente.

❖ **SEISO (Limpieza)**

La limpieza la deben practicar todos los integrantes de la organización, es decir es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad. No debe haber ninguna parte de la empresa sin asignar. Si las persona no asumen este compromiso la limpieza nunca será real.

Un ambiente limpio proporciona calidad y seguridad, y además:

- Mayor productividad de personas, máquinas y materiales, evitando reprocesos.
- Facilita la venta del producto.
- Evita pérdidas y daños materiales y productos.
- Es fundamental para la imagen interna y externa de la empresa.

❖ **SEIKETSU (Higiene y Visualización)**

Esta S envuelve ambos significados: Higiene y visualización. La higiene es el mantenimiento de la Limpieza, del orden. Quien exige y hace calidad cuida mucho la apariencia. En un ambiente Limpio siempre habrá seguridad. Quien no cuida bien de sí mismo no puede hacer o vender productos o servicios de Calidad.

Una técnica muy usada es el “visual management”, o gestión visual. Esta Técnica se ha mostrado como sumamente útil en el proceso de mejora continua. Se usa en la producción, calidad, seguridad y servicio al cliente.

Consiste en grupo de responsables que realiza periódicamente una serie de visitas a toda la empresa y detecta aquellos puntos que necesitan de mejora.

Una variación mejor y más moderna es el “colour management” o gestión por colores. Ese mismo grupo en vez de tomar notas sobre la situación, coloca una serie de tarjetas, rojas en aquellas zonas que necesitan mejorar y verdes en zonas especialmente cuidadas.

Normalmente las empresas que aplican estos códigos de colores nunca tienen tarjetas rojas, porque en cuanto se coloca una, el trabajador responsable de esa área soluciona rápidamente el problema para poder quitarla.

- **Las ventajas de uso**

- Facilita la seguridad y el desempeño de los trabajadores.
- Evita daños de salud del trabajador y del consumidor.
- Mejora la imagen de la empresa interna y externamente.
- Eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.

- **Recursos visibles en el establecimiento de la 4ta. S**

- Avisos de peligro, advertencias, limitaciones de velocidad, etc.
- Informaciones e Instrucciones sobre equipamiento y máquinas.
- Avisos de mantenimiento preventivo.
- Recordatorios sobre requisitos de limpieza.
- Aviso que ayuden a las personas a evitar errores en las operaciones de sus lugares de trabajo.

- ❖ **SHITSUKE (Compromiso y Disciplina)**

Disciplina quiere decir voluntad de hacer las cosas como se supone se deben hacer. Es el deseo de crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos. Mediante el entrenamiento y la formación para todos y la puesta en práctica de estos conceptos, es como se consigue romper con los malos hábitos pasados y poner en práctica los buenos.

En suma se trata de la mejora alcanzada con las 4 S anteriores se convierta en una rutina, en una práctica más diaria. Es el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción. (Imai, 1998).

6. DISEÑO METODOLOGICO

La presente investigación se clasifica de la siguiente manera:

- ❖ Según su finalidad: Investigación tecnológica.
- ❖ Según la naturaleza de la información que se recoge para responder al problema de investigación – enfoque: Cualitativo.
- ❖ Según el nivel de conocimiento que se desea alcanzar: Investigación descriptiva.
- ❖ Según el modo de hacer la investigación – de acuerdo a las fuentes: Investigación de campo.

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos establecidos, el diseño de distribución en planta se desarrollara de acuerdo a las siguientes etapas:

6.1 ETAPA 1. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA

❖ Técnicas

- Se realiza un diagrama de recorrido, (similar al grafico 1) con el fin de identificar los trasportes más largos, los flujos improductivos, los desperdicios de tiempo y los puntos críticos en cuanto a seguridad industrial.
- Se elabora un diagrama de las precedencias entre operaciones con el fin de identificar la localización mas optima de los centros de trabajo.
- Recolección de información del estado actual de los puestos de trabajo y la planta en general con el fin de identificar los puntos más críticos para aplicar 5S. Ver tabla 8.

❖ Instrumentos

- Diagrama de recorrido actual, diagrama de identificación de puntos de riesgos de accidentes.
- Diagrama de precedencias
- Registros fotográficos

6.2 ETAPA 2. PLANEACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Según el tipo de producto, la maquinaria y los flujos de producción de Delatex Ltda. se define realizar una distribución por proceso, debido al grado de especialización de las maquinas y a las distancias que se deben respetar entre algunos centros de trabajo. Estas distancias, se identifican como restricciones a la hora del diseño de distribución.

6.2.1 Equilibrio de la línea de producción. Al plantear el flujo que debe tener la distribución en planta se debe considerar como aspectos fundamentales los siguientes:

- ❖ Los materiales deben fluir hacia el punto final sin retrocesos.
- ❖ Las distancias recorridas deben ser las mínimas entre los respectivos centros de trabajo.
- ❖ Se deben respetar las restricciones identificadas.
- ❖ Se minimizan los riesgos laborales.

	REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO		Versión: 001 Página: 1 de 1 Fecha de creación: 27/05/2013
Puesto de trabajo			
Maquinaria	Nombre de la maquina:	Cantidad	
Herramientas	Nombre y cantidad de la herramienta (s):		
Numero de operarios			
Elementos de puesto de trabajo, (indique la cantidad de cada elemento)	Silla (s)	Otro	Descripción y cantidad de cada elemento:
	Mesa (s)		
Fotografía (s) puesto de trabajo			Especificaciones
			A
			B
			C
			D
			E
			F
			G
			H
			I
			J
K			

	L
Elaborado por: Daniela Restrepo Henao	

Tabla 9. Formato para registro fotográfico de los puestos de trabajo

6.3 ETAPA 3. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN POR PROCESO

6.3.1 Determinación del espacio requerido

❖ Técnica

- Se determinara la superficie requerida para cada puesto de trabajo según los requerimientos de cada uno de ellos, las dimensiones de la maquinaria y la superficie total necesaria.

❖ Instrumento

- Calculo de la superficie total

6.3.2 Desarrollo de un plan de bloque

❖ Técnica

- Se determina la prioridad de cercanía entre cada centro de trabajo hasta obtener la distribución as optima, (factores cualitativos).

❖ Instrumento

- Método S.L.P, (diagrama de prioridades de cercanía).

6.4 ETAPA 4. DISEÑO DE ESTADOS DE REFERENCIA

Debido a que el orden es fundamental a la hora de diseñar una distribución en planta y a que la planta de producción de látex no cuenta con una estandarización de puestos de trabajo, por lo que se presentan inconvenientes relevantes en cuanto al espacio, la seguridad industrial y el flujo de producción, se ha determinado aplicar la técnica de las 5S en la planta de producción, con el fin de establecer un método definido para contribuir y sistematizar un diseño de distribución en planta eficiente.

La técnica de 5S servirá de soporte para optimizar el diseño de distribución.

❖ Técnica

- Diseño del estado de referencia de los puestos de trabajo de acuerdo la técnica 5S

❖ Instrumento

- Formato estado de referencia

Ver tabla 5.

6.5 ETAPA 5. DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DETALLADA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El diseño de distribución en planta final será presentado mediante un plano donde se especifique la distribución del espacio. El flujo de producción será presentado mediante un diagrama de recorrido similar al grafico 1, además se realizara un comparativo con ambos gráficos para analizar los cambios y mejoras del recorrido.

Los estados de referencia diseñados se aplicaran al los puestos de trabajo. Para identificar las mejoras en los mismos, se realizara un comparativo con un registro fotográfico que permita apreciar los cambios.

Tabla 10. Diseño de formato de estados de referencia

	ESTADO DE REFERENCIA DE PUESTOS DE TRABAJO			Versión: 001 Página: 1 de 1 Fecha de creación: 27/05/2013
Metodología aplicada	5S			
Puesto de trabajo				
Maquinaria	Nombre de la maquina	Cantidad		
Herramientas	Nombre y cantidad de la herramienta (s):			
Numero de operarios				
Elementos de puesto de trabajo, (indique la cantidad de cada elemento)	Silla (s)		Otro	Descripción y cantidad de cada elemento:
	Mesa (s)			
				Especificaciones
				A
				B
				C
				D
				E
				F
				G
Elaborado por: Daniela Restrepo Henao				

7. RECURSOS

Tabla 11. Recursos del proyecto

RECURSOS DEL PROYECTO		
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN GENERAL	PRESUPUESTO
RECURSOS HUMANOS	Plano de distribución en planta final	\$ 20.000,00
RECURSOS TECNICOS	Microsoft Office Visio 2007: Software para diagramas de recorrido, diagramas de operaciones y diagramas de identificación de riesgos.	\$ 15.000,00
RECURSOS FINANCIEROS	Gastos de transporte	\$ 40.000,00
	Gastos salidas de campo (fotocopias, viáticos)	\$ 10.000,00
	Gastos de impresión y argollado anteproyecto	\$ 10.000,00
	Gastos de impresión y empastado proyecto final	\$ 25.000,00
TOTAL		\$ 120.000,00

Fuente: el autor

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 12. Cronograma de actividades (ver página 78)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DELATEX LTDA.

Objetivo	Actividad	Agosto		Septiembre				Octubre				Noviembre			Responsable	Ejecución		Observaciones	
		Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3		Parcial	Total		
Diseñar un programa de implementación de 5s en la planta de producción con el fin de establecer un orden específico del área de trabajo.	Recolección de información (5s)	■													Daniela Restrepo		■		
	Diseño de estados de referencia		■												Daniela Restrepo		■		
Minimizar los tiempos de transporte de material mediante una distribución que garantice la eficiencia de los recorridos en planta.	Realizar diagrama de recorrido actual			■											Daniela Restrepo		■		
	Realizar diagrama de precedencias actual			■	■										Daniela Restrepo		■		
	Identificación de restricciones y análisis del diagrama de recorrido actual				■										Daniela Restrepo		■		
	Planteamiento de una distribución por proceso					■									Daniela Restrepo		■		
	Presentación del flujo de producción (diagrama de recorrido propuesto).					■									Daniela Restrepo		■		
	Determinación del espacio requerido	Determinación del espacio requerido para cada PT						■								Daniela Restrepo		■	
		Determinación de distancias entre cada PT						■								Daniela Restrepo		■	
	Desarrollo de un plan de un bloque	Determinar prioridad de cercanías							■	■						Daniela Restrepo		■	
Presentación del plano de la nueva distribución.										■	■				Daniela Restrepo		■		
	Distribución detallada y análisis de resultados											■			Daniela Restrepo		■		
Presentar conclusiones y recomendaciones pertinentes para el mejoramiento de las condiciones de trabajo y de reordenamiento en la	Comparativo del antes y el después												■		Daniela Restrepo		■		
	Presentación del proyecto de grado													■	Daniela Restrepo		■		

distribución, para
obtener un manejo
eficiente del espacio.



9. RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

9.1 Descripción actual de la planta

Con el fin de realizar una descripción detallada de la planta de producción se elabora un diagrama de recorrido donde se identifican los trasportes más largos, los flujos improductivos, los desperdicios de tiempo y los puntos críticos en cuanto a seguridad industrial. (Ver figura 33).

Figura 33. Riesgos presentes en el área de desmolde



Fuente: el autor

En la figura 33 se identifican los riesgos presentes en el puesto de trabajo donde se realiza el desmolde (Círculo rojo número 1 en el diagrama de recorrido, ver figura 37).

En el área del puesto de trabajo, el piso permanece mojado, lo que es un peligro latente pues hay fuente de alimentación eléctrica que se puede mojar fácilmente y ocasionar un corto circuito.

Además de esto, hay un hueco en el piso que puede ocasionar una caída, pues los operarios circulan constantemente por el área.

Figura 34. Riesgos presentes en el área de secado



Fuente: el autor

En la figura 34 se aprecian los riesgos presentes en el área de secado, (Círculo rojo número 2 en el diagrama de recorrido, ver figura 37).

En la parte izquierda de la figura 34, un círculo rojo señala el escape de aire caliente de la secadora. Dicho escape tiene agujeros, además de que esta en el suelo, el cual permanece mojado gran parte del tiempo.

En el área ya ha sucedido un incidente. (Una operaria sufrió una pequeña descarga eléctrica al introducir el producto en la secadora) debido a que estas secadoras no están aisladas de la humedad del suelo.

Figura 35. Riesgos presentes en el área de satinado



Fuente: el autor

En la figura 35 se aprecian los riesgos presentes en el área de satinado, (Círculo rojo número 3 en el diagrama de recorrido, ver figura 37).

La flecha roja señala la tómbola que debería usarse para realizar el proceso de satinado, sin embargo, actualmente no se está usando porque la están adecuando para, cubriéndola con fibra de vidrio, pues este material más resistente y no se corroe con el hipoclorito.

Debido a esta adecuación, el proceso de satinado se desarrolla manualmente. El operario debe revolver el producto en proceso que se encuentra en canecas con agua e hipoclorito, lo que además de ser improductivo, implica una exposición directa y riesgo de intoxicación si no se está usando la máscara para respirar.

Figura 36. Riesgos presentes en el área preparación de látex.



Fuente: el autor

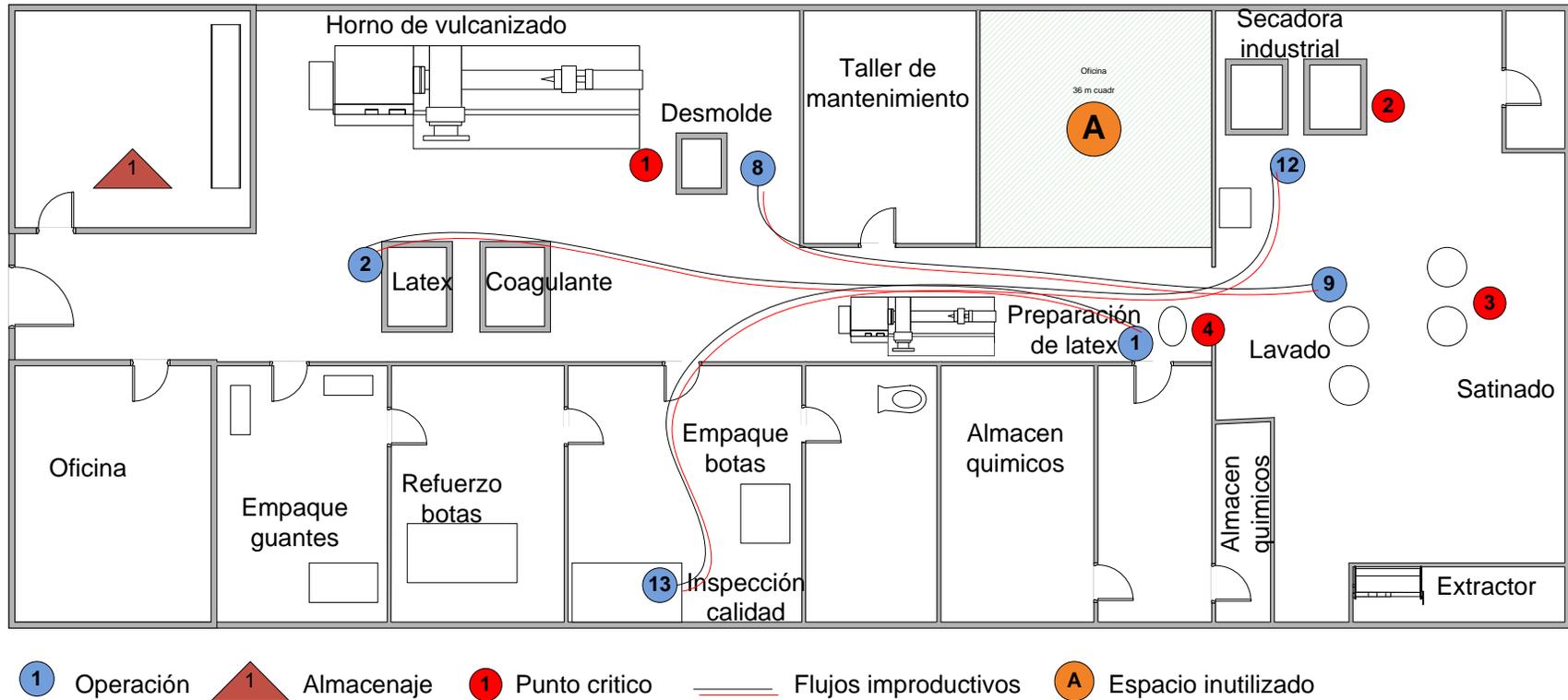
En la Figura 36 se puede apreciar el riesgo presente en la preparación del látex, (Círculo rojo número 4 en el diagrama de recorrido, ver figura 37).

En la parte izquierda se muestra el soporte, que realmente es una canasta, que utilizan los operarios para pararse sobre el y revisar la mezcla de látex en el mezclador que se muestra en la parte derecha, lo que puede ocasionar caídas.

Además de los riesgos de accidentes mencionados, se evidencian otros riesgos, como la falta uso de los equipos de protección personal por parte de los operarios, principalmente las caretas, delantales y tapa bocas.

También es importante señalar la existencia de cables sueltos en varias partes de la planta y elementos u objetos que obstruyen el paso o que no deben permanecer en el área de producción.

Figura 37. Diagrama de recorrido distribución en planta actual



Fuente: el autor

- ❖ Los círculos rojos indican los puntos de riesgos de accidente más críticos identificados en la planta de producción. (Ver Figuras 33, 34, 35 y 36).
- ❖ El círculo naranja indica un área de la planta que no se utiliza para el proceso productivo, es un espacio desperdiciado.

9.1.1 Diagrama de precedencias entre operaciones

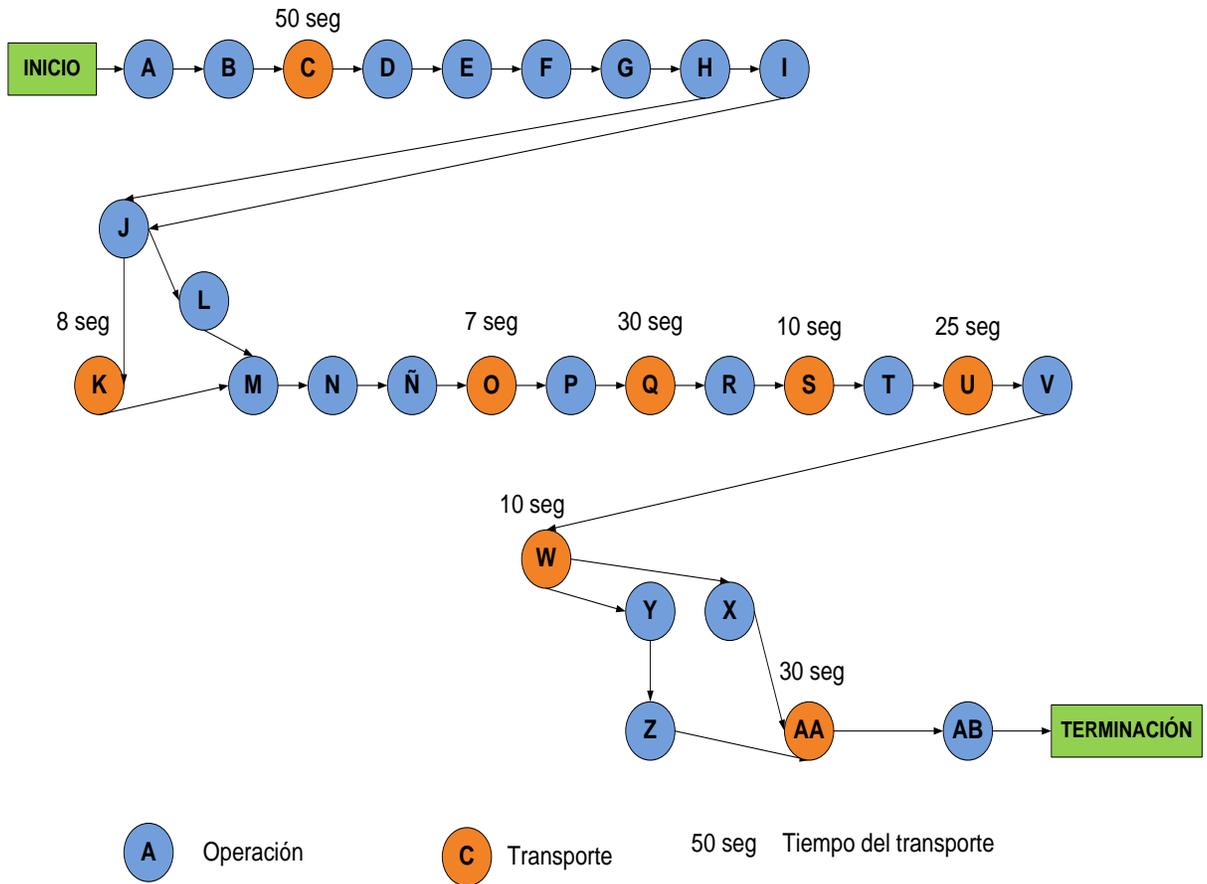
El diagrama de precedencias permite identificar las restricciones a la hora de ubicar los puestos de trabajo y los tiempos de transporte servirán para analizar los transportes más críticos con el fin de optimizarlos. (Ver tabla 12, ver figura 38).

Tabla 13. Precedencias y tiempos de transporte

Actividad		Predecesoras	Tiempo transporte (seg)
Preparar mezclas	A		
Reposo de mezclas	B	A	
Transportar mezclas hasta tanques de inmersión	C	B	50
Vaciar látex y coagulante en tanques	D	C	
Primera inmersión de moldes en coagulante	E	D	
Primera inmersión de moldes en látex	F	E	
Segunda inmersión de moldes en coagulante	G	F	
Segunda inmersión de moldes en látex	H	G	
Refuerzo botas	I	H	
Sacar moldes de inmersora	J	H, I	
Transportar moldes hasta horno de vulcanizado	K	J	8
Realizar orillo a guantes	L	J	
Introducir moldes en horno de vulcanizado	M	K, J	
Tiempo de vulcanizado	N	M	
Retirar moldes del horno de vulcanizado	Ñ	N	
Transportar moldes hasta desmolde	O	Ñ	7
Desmoldar	P	O	
Transportar hasta área de lavado y satinado	Q	P	30
Satinar	R	Q	
Transportar hasta área de secado	S	R	10
Secar	T	S	
Transportar hasta inspección de calidad	U	T	25
Inspección de calidad y clasificación por tallas	V	U	
Transportar hasta empaque	W	V	10
Empacar guantes	X	W	
Pegar refuerzo botas	Y	W	
Empacar botas	Z	Y	
Transportar hasta almacén de producto terminado	AA	X,Z	30
Almacenar producto terminado	AB	AA	

Fuente: el autor

Figura 38. Diagrama de precedencias



Fuente: el autor

En el diagrama de precedencias se incluyen los tiempos de los transportes (círculos naranjas), ya que el objetivo principal es analizar los recorridos para lograr establecer una mejor ubicación de los puestos de trabajo.

9.2 Determinación del espacio requerido para cada puesto de trabajo

En primer lugar, es necesario conocer los requerimientos de espacio de cada área de trabajo. Lo que requiere un cálculo previo, para lo cual se requiere:

- ❖ Las previsiones de demanda, las cuales se irán traduciendo sucesivamente en un plan de producción.
- ❖ Una estimación de las horas de trabajo necesarias para producir dicho plan.
- ❖ El número de trabajadores y maquinas necesario por áreas de trabajo.

Tabla 14. Previsión de la demanda

Producto	Demanda	Turnos de trabajo
Botas	1500 unidades/día	Primer turno: 7:00 am - 5:30 pm
Guantes	2500 a 3000 unidades/día	Segundo turno: 7:00 pm - 5:00 am

Fuente: el autor

Tabla 15. Número de trabajadores y maquinas necesario por áreas de trabajo

Puesto de trabajo	Superficie estática (SE)	Numero de maquinas	Numero de operarios/turno
Inmersión	Ancho: 80 cm Largo: 160 cm Alto: 70 cm	2 tanques (cada tanque con las medidas especificadas)	1
Vulcanizado	Ancho: 140 cm Largo: 450 cm Altura: 180 cm	1 horno de vulcanizado	1
Bandejas con moldes	Ancho: 34 cm Largo: 60 cm	Circulación de un promedio de 5 a 7 bandejas.	1

Tabla 15. (Continuación)

Puesto de trabajo	Superficie estática (SE)	Numero de maquinas	Numero de operarios/turno
Orillo	Ancho: 80 cm Largo: 160 cm Altura: 70 cm	Se realiza en los carros que contienen las bandejas con la producción.	1
Desmolde	Ancho: 74 cm Largo: 97 cm Altura: 105 cm	1	2
Satinado	Ancho: 100 cm Largo: 180 cm	Se realiza en una tómbola.	1
Secado	Ancho: 110 cm Largo: 130 cm Altura: 188 cm	2	1
Calidad	Ancho: 90 cm Largo: 240 cm Altura: 90 cm	1 mesa	2
Refuerzo botas	Ancho: 90 cm Largo: 240 cm Altura: 90 cm	1 mesa	1
Empaque	Ancho: 90 cm Largo: 240 cm Altura: 90 cm	1 mesa	2
Sellado y endosado	Ancho: 90 cm Largo: 240 cm Altura: 90 cm	1 mesa	1

Fuente: el autor

Tabla 16. Determinación de distancias entre cada puesto de trabajo

Distancias de los recorridos entre cada puesto de trabajo		
Desde (Puesto de trabajo)	Hasta (Puesto de trabajo)	Distancia (metros)
Inmersora	Horno de vulcanizado	5 m
Horno de vulcanizado	Desmolde	2,50 m
Bandejas (Luego del vulcanizado)	Inmersora	3 m
Desmolde	Satinado	14 m
Satinado	Secado	4,30 m
Secado	Calidad	15 m
Calidad	Empaque	6 m
Empaque	Almacén	10 m

Fuente: el autor

9.2.1 Cálculo del espacio requerido para cada puesto de trabajo

Dado el tipo de industria se determino un coeficiente $k = 0,5$

❖ Inmersión

Son dos tanques, cada uno con 1.60 m de largo y 0.8 m de ancho.

$$S_s = 1.60 \times 0.80 = 1.28 \text{ m}^2$$

$$S_g = 1.28 \times 1 = 1.28 \text{ m}^2$$

$$S_e = (1.28 + 1.28) \times 0.5 = 1.28 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie total para el puesto de trabajo} = 1.28 \times 2 = 2.56 \text{ m}^2$$

❖ **Vulcanizado**

1 horno de vulcanizado con 1.40 m de ancho y 4.50 m de largo.

$$S_s = 1.40 \times 4.50 = 6.3 \text{ m}^2$$

$$S_g = 6.3 \times 2 = 12.6 \text{ m}^2$$

$$S_e = (6.3 + 12.6) \times 0.5 = 9.45 \text{ m}^2$$

$$\textit{Superficie total para el puesto de trabajo} = 9.45 \text{ m}^2$$

❖ **Bandejas con moldes**

Circulación de 5 a 7 bandejas, cada una con 0.34 m de ancho y 0.60 m de largo.

$$S_s = 0.34 \times 0.60 = 0.204 \text{ m}^2$$

$$S_g = 0.204 \times 1 = 0.204 \text{ m}^2$$

$$S_e = (0.204 + 0.204) \times 0.5 = 0.204 \text{ m}^2$$

$$\textit{Superficie total para el puesto de trabajo} = 0.204 \times 7 = 1.428 \text{ m}^2$$

❖ **Orillo**

Se realiza en los carros que contienen las bandejas con la producción, cada carro tiene un ancho de 0.80 m y un largo de 1.60 m.

$$S_s = 0.80 \times 1.60 = 1.28 \text{ m}^2$$

$$S_g = 1.28 \times 1 = 1.28 \text{ m}^2$$

$$S_e = (1.28 + 1.28) \times 0.5 = 1.28 \text{ m}^2$$

$$\textit{Superficie total para el puesto de trabajo} = 1.28 \text{ m}^2$$

❖ Desmolde

El desmolde se realiza en una maquina/herramienta con las siguientes medidas:
Ancho: 0.97 m, Largo: 0.74 m

$$S_s = 0.97 \times 0.74 = 0.7178 \text{ m}^2$$

$$S_g = 0.7178 \times 1 = 0.7178 \text{ m}^2$$

$$S_e = (0.7178 + 0.7178) \times 0.5 = 0.7178 \text{ m}^2$$

$$\textit{Superficie total para el puesto de trabajo} = 0.7178 \text{ m}^2$$

❖ Satinado

El satinado se realiza en una tómbola que debe estar en un cuarto hermético para evitar intoxicaciones por los vapores residuos del proceso. El cuarto debe contar con extractores. La tómbola tiene 1.80 m de largo y 1.00 m de ancho.

$$S_s = 1.80 \times 1 = 1.80 \text{ m}^2$$

$$S_g = 1.80 \times 1 = 1.80 \text{ m}^2$$

$$S_e = (1.80 + 1.80) \times 0.5 = 1.80 \text{ m}^2$$

$$\textit{Superficie total para el puesto de trabajo} = 1.80 \text{ m}^2$$

❖ Secado

Dos secadoras industriales cada una con 1.10 m de ancho y 1.30 m de largo.

$$S_s = 1.10 \times 1.30 = 1.43 \text{ m}^2$$

$$S_g = 1.43 \times 1 = 1.43 \text{ m}^2$$

$$S_e = (1.43 + 1.43) \times 0.5 = 1.43 \text{ m}^2$$

Superficie total para el puesto de trabajo = $1.43 \times 2 = 2.86 \text{ m}^2$

❖ Calidad

1 mesa con 0.90 m de ancho y 2.40 m de largo.

$$S_S = 0.90 \times 2.40 = 2.16 \text{ m}^2$$

$$S_g = 2.16 \times 1 = 2.16 \text{ m}^2$$

$$S_e = (2.16 + 2.16) \times 0.5 = 2.16 \text{ m}^2$$

Superficie total para el puesto de trabajo = 2.16 m^2

❖ Empaque

3 mesas con 0.90 m de ancho y 2.40 m de largo.

$$S_S = 0.90 \times 2.40 = 2.16 \text{ m}^2$$

$$S_g = 2.16 \times 1 = 2.16 \text{ m}^2$$

$$S_e = (2.16 + 2.16) \times 0.5 = 2.16 \text{ m}^2$$

Superficie total para el puesto de trabajo = $2.16 \times 3 = 6.48 \text{ m}^2$

Superficie total para el proceso de producción = $28.7358 \approx 29 \text{ m}^2$

Tabla 17. Prioridad de cercanías de Muther

VALOR	CERCANIA
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	No importante
X	No deseable

Fuente: el autor

9.4 Registros fotográficos para la implementación de 5S

En las tablas 18, 19, 20 y 21 se observa el registro fotográfico para los puestos de trabajo más críticos.

El objetivo principal de estos registros es proporcionar un punto de partida para la implementación de las 5S.



**REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS
PUESTOS DE TRABAJO**

Versión: 001
 Pagina: 1 de 1
 Fecha de creación: 27/05/2013

Puesto de trabajo	Desmolde			
Maquinaria	Nombre de la maquina: NA		Cantidad: NA	
Herramientas	Nombre y cantidad de la herramienta (s): Desmoldadero, cantidad: 1			
Numero de operarios	1 y/o 2			
Elementos de puesto de trabajo, (indique la cantidad de cada elemento)	Silla (s)	N/A	Otro	Descripción y cantidad de cada elemento: Caneca con agua: 2 Delantal: 2
	Mesa (s)	N/A		



Observaciones y recomendaciones

1. Los operarios casi nunca usan el delantal.
2. El piso del área de trabajo permanece mojado, (riesgo de accidente): se recomienda implementar un tapete antideslizante para prevenir accidentes. También se recomienda un desagüe para que el agua no se esparza por toda la planta.
3. Se recomienda instalar un dispositivo de aspersion para evitar tirar tanta agua al desmoldar el producto.

Fotografía (s) puesto de trabajo	
Elaborado por: Daniela Restrepo Henao	
Revisado por: José Alejandro Durango Marín	

Tabla 18. Registro fotográfico desmolde
Tabla 19. Registro fotográfico inmersión

		REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO			Versión: 001 Página: 1 de 1 Fecha de creación: 27/05/2013
Puesto de trabajo		Inmersión			
Maquinaria		Nombre de la maquina: Maquina inmersora		Cantidad: 1	
Herramientas		Nombre y cantidad de la herramienta (s): Pala (1), Bandejas con moldes (1)			
Numero de operarios		1			
Elementos de puesto de trabajo,(indique la cantidad de cada elemento)		Silla(s)	N/A	Otro	Descripción y cantidad de cada elemento: Tanques (2) PLC (1) Químicos (Latex-cuagulante)
		Mesa(s)	N/A		

		<p>Observaciones y recomendaciones</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El operario no utiliza elementos de protección personal se recomienda usar (Tapa bocas, gafas de seguridad, botas platineras, guantes y vestuario adecuado para manipulación de químicos). 2. Se recomienda hacer un panorama de riesgos, se evidencian riesgos (Mecánicos, Eléctricos, de temperatura, Químicos, Iluminación, ventilación y ergonómicos)
<p>Fotografía (s) puesto de trabajo</p>		
<p>Elaborado por: Daniela Restrepo Henao</p>		
<p>Revisado por: José Alejandro Durango Marín</p>		

Tabla 20. Registro fotográfico satinado

	<p align="center">REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO</p>				<p>Versión: 001 Página: 1 de 1 Fecha de creación: 27/05/2013</p>
<p>Puesto de trabajo</p>	<p align="center">Satinado</p>				
<p>Maquinaria</p>	<p>Nombre de la maquina: NA</p>			<p>Cantidad: NA</p>	
<p>Herramientas</p>	<p>Nombre y cantidad de la herramienta (s): Tanques (8), Hipoclorito de sodio (litros), pala de madera</p>				
<p>Numero de operarios</p>	<p align="center">1</p>				
<p>Elementos de puesto de trabajo,(indique la cantidad de cada elemento)</p>	<p>Silla(s)</p>	<p>N/A</p>	<p>Otro</p>	<p>Descripción y cantidad de cada elemento: Canecas (8) Pala de madera</p>	
	<p>Mesa(s)</p>	<p>N/A</p>			

 <p>Fotografía (s) puesto de trabajo</p>	<p>Observaciones y recomendaciones</p> <p>Se recomienda:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar elementos de protección personal. 2. Utilizar herramientas como 5S y Kanban para mejor optimización de los procesos. 3. La instalación de extractores para la ventilación. 4. Tener un sitio específico para producto en semi-acabado, y producto defectuoso.
<p>Elaborado por: Daniela Restrepo Henao Revisado por: José Alejandro Durango Marín</p>	

Tabla 21. Registro fotográfico empaque

	<p align="center">REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO</p>		<p>Versión: 001 Página: 1 de 1 Fecha de creación: 27/05/2013</p>
<p>Puesto de trabajo</p>	<p align="center">Empaque</p>		
<p>Maquinaria</p>	<p>Nombre de la maquina: N/A</p>	<p>Cantidad: N/A</p>	
<p>Herramientas</p>	<p>Nombre y cantidad de la herramienta (s): mesa (1), tanques (), costal, colchoneta</p>		
<p>Numero de operarios</p>	<p align="center">1</p>		

Elementos de puesto de trabajo,(indique la cantidad de cada elemento)	Silla(s)	N/A	Otro	Descripción y cantidad de cada elemento: Canecas (2) Costales
	Mesa(s)	SI		
 <p>Fotografía (s) puesto de trabajo</p>				Observaciones y recomendaciones
				<p>Se recomienda:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se recomienda hacer un estudio de ergonomía, y acondicionar los puestos de trabajo de tal forma que el operario trabaje con más comodidad y sea más productivo. 2. Incluir mesas, sillas, y estanterías con el fin de organizar por producto de tal forma este no sufra daños durante el proceso.
Elaborado por: Daniela Restrepo Henao				
Revisado por: José Alejandro Durango Marín				

Como se menciona anteriormente, estos formatos son básicamente un punto de referencia, y lo que se busca lograr con su implementación es la adecuación de los elementos que deben permanecer en los puestos de trabajo, donde y como deben permanecer.

El objetivo general de estos formatos es crear una introducción para los operarios, buscando que ellos, se familiaricen con esta herramienta, para que a la hora de implementar las 5S como tal, se tenga un conocimiento previo de que son las 5S y para qué sirve su implementación.

El formato se titula “REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO”, este mismo formato es el estado de referencia, título que tendrá después de implementar las 5S.

La información contenida en el formato es la siguiente:

- ❖ Puesto de trabajo: Nombre del puesto de trabajo. Ejemplo: Inmersión.
- ❖ Maquinaria:
 - Nombre de la maquinaria: Nombre de la maquina o maquinas necesarias para desarrollar el proceso en el puesto de trabajo. Ejemplo: horno de vulcanizado.
 - Cantidad: cantidad de maquina o maquinas. Ejemplo: Cantidad: 1.
- ❖ Herramientas: como herramientas se entiende todos aquellos implementos necesarios para desarrollar las tarea en el puesto de trabajo que no entran en la clasificación de maquinas.
 - Nombre y cantidad de la herramienta(s). Ejemplo: Pala (1), Bandejas con moldes (1).
- ❖ Número de operarios: Los operarios que deben permanecer en el puesto de trabajo quienes desarrollan las tareas del mismo. Ejemplo: 1.
- ❖ Elementos de puesto de trabajo: Se incluyen sillas y mesas por considerase un elemento común en varios puestos de trabajo, se debe indicar la cantidad de cada uno de estos elementos. Es importante aclarar que si existen sillas en los puestos de trabajo se debe determinar si son estrictamente necesarias, porque lo ideal es que los operarios trabajen de pie en todos los puestos de trabajo.

De ser necesario la casilla “silla” se eliminaría del formato, sin embargo puede servir como una inspección, ya que si se determina que no deben existir sillas en ningún puesto de trabajo, en todas las casillas “silla” se debe encontrar un N/A, (esto debido a que en muchas industrias, los operarios ubican sillas para sentarse mientras trabajan sin ser autorizados.)

También existe la casilla “Otro”, al lado de esta casilla se debe dar una descripción del elemento y especificar su cantidad. Ejemplo: sillas: N/A, mesas: N/A, Otro: Descripción y cantidad de cada elemento:

- Tanques (2)
- PLC (1)
- Químicos (Látex - coagulante)

- ❖ Observaciones y recomendaciones: en esta casilla se especifican las principales recomendaciones para cada puesto de trabajo. Estas recomendaciones deben seguirse a la hora de implementar las 5S.

Después de implementar 5S, la información contenida en esta casilla servirá para realizar una lista de chequeo respecto a las observaciones y recomendaciones a las cuales se dio solución.

Luego de esto, el espacio podrá utilizarse para anotaciones importantes a tener en cuenta en el puesto de trabajo.

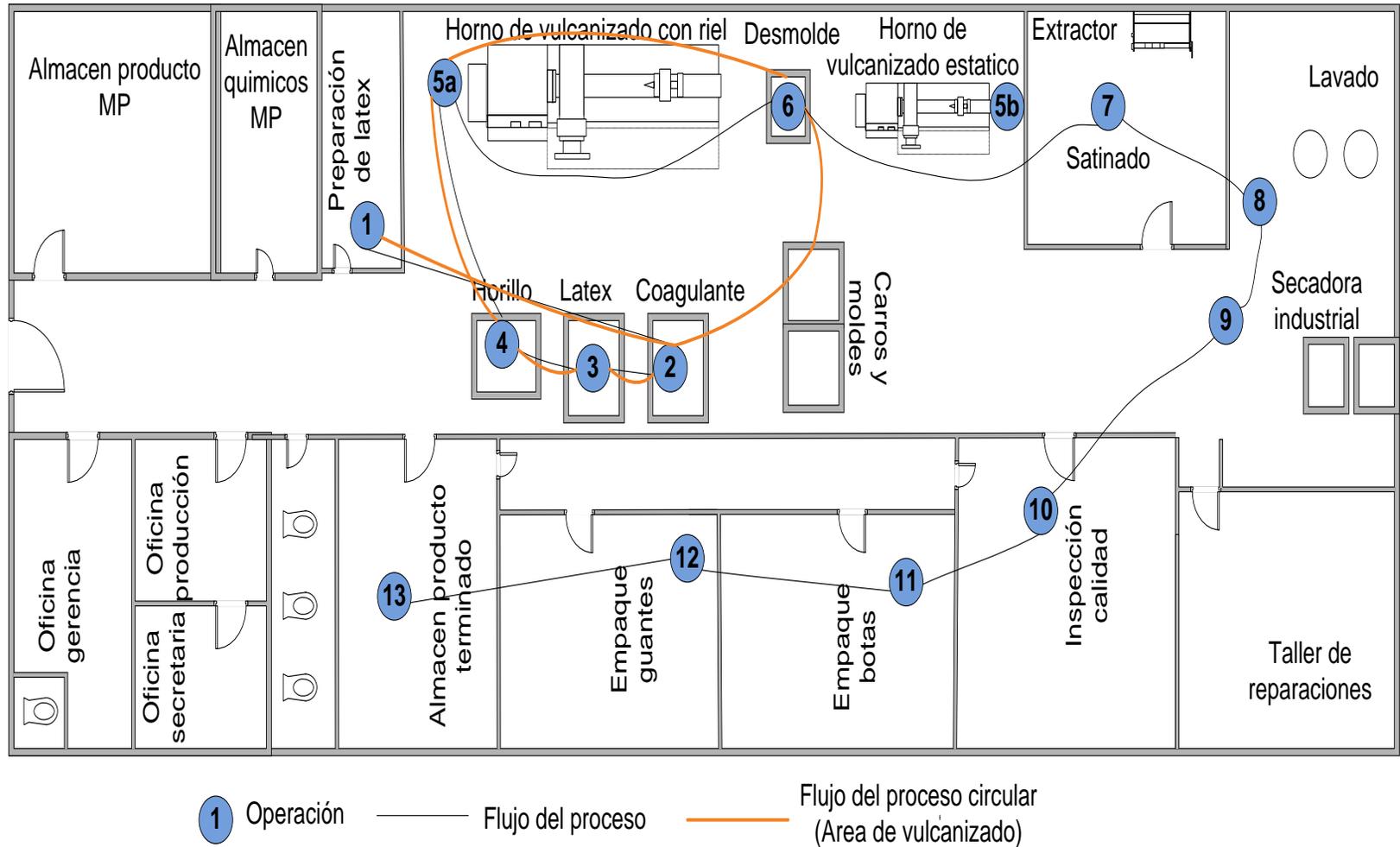
10. ANALISIS DE LOS DATOS

Los aspectos fundamentales a considerar para plantear la distribución son:

- ❖ Tanto el área de mezclas como el almacén de químicos, no pueden estar al lado de del área de vulcanizado, debido a que el calor del horno afectaría la composición y el estado de los químicos que allí se almacenan.
- ❖ El área de satinado no puede estar ceca del área de inmersión por la volatilidad de los químicos de ambos procesos.
- ❖ Se debe respetar el área necesaria para la circulación de los carros con los moldes, desde el proceso de inmersión hasta el proceso de desmolde (allí el ciclo vuelve a iniciar, repitiéndose: inmersión, orillo, vulcanizado, desmolde).
- ❖ Se debe respetar el área para realizar el orillo. Para este proceso, se considera que el área más apropiada es al lado del horno de vulcanizado, entre la inmersión y el desmolde.
- ❖ El proceso de satinado se debe realizar en una habitación cerrada y que cuente con los extractores apropiados, para evitar tanto la contaminación como la intoxicación por los vapores que se generan durante el proceso.
- ❖ El taller de reparaciones debe ubicarse de manera que no interfiera con el flujo del proceso.
- ❖ El proceso de vulcanizado debe ubicarse en el lado opuesto a su ubicación actual, debido a que existen viviendas que se ven afectadas por el vapor del horno. Ubicando el horno al lado opuesto se soluciona este problema porque en este lado no existe ninguna construcción vecina inmediata. Ya que se debe mover el horno de vulcanizado, el proceso de inmersión y de desmolde se trasladan automáticamente, esto con el fin de conservar el flujo más efectivo para el proceso.

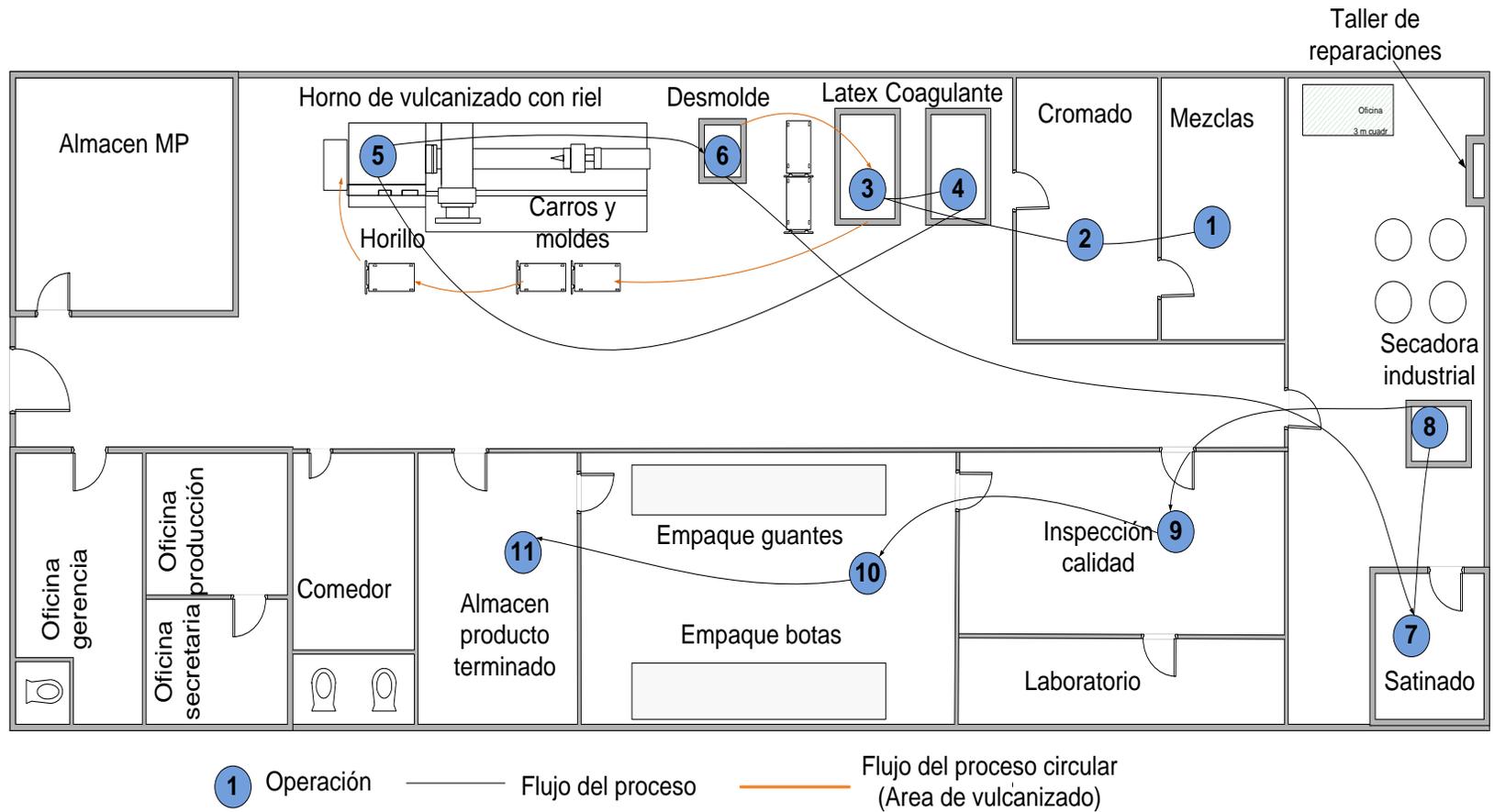
De acuerdo a los cálculos de espacio requerido, las prioridades de cercanía y los puntos críticos más relevantes identificados, se presentan 3 propuestas de distribución. (Ver figuras 39, 40 y 41).

Figura 39. Diagrama de recorrido distribución en planta. (Primera propuesta)



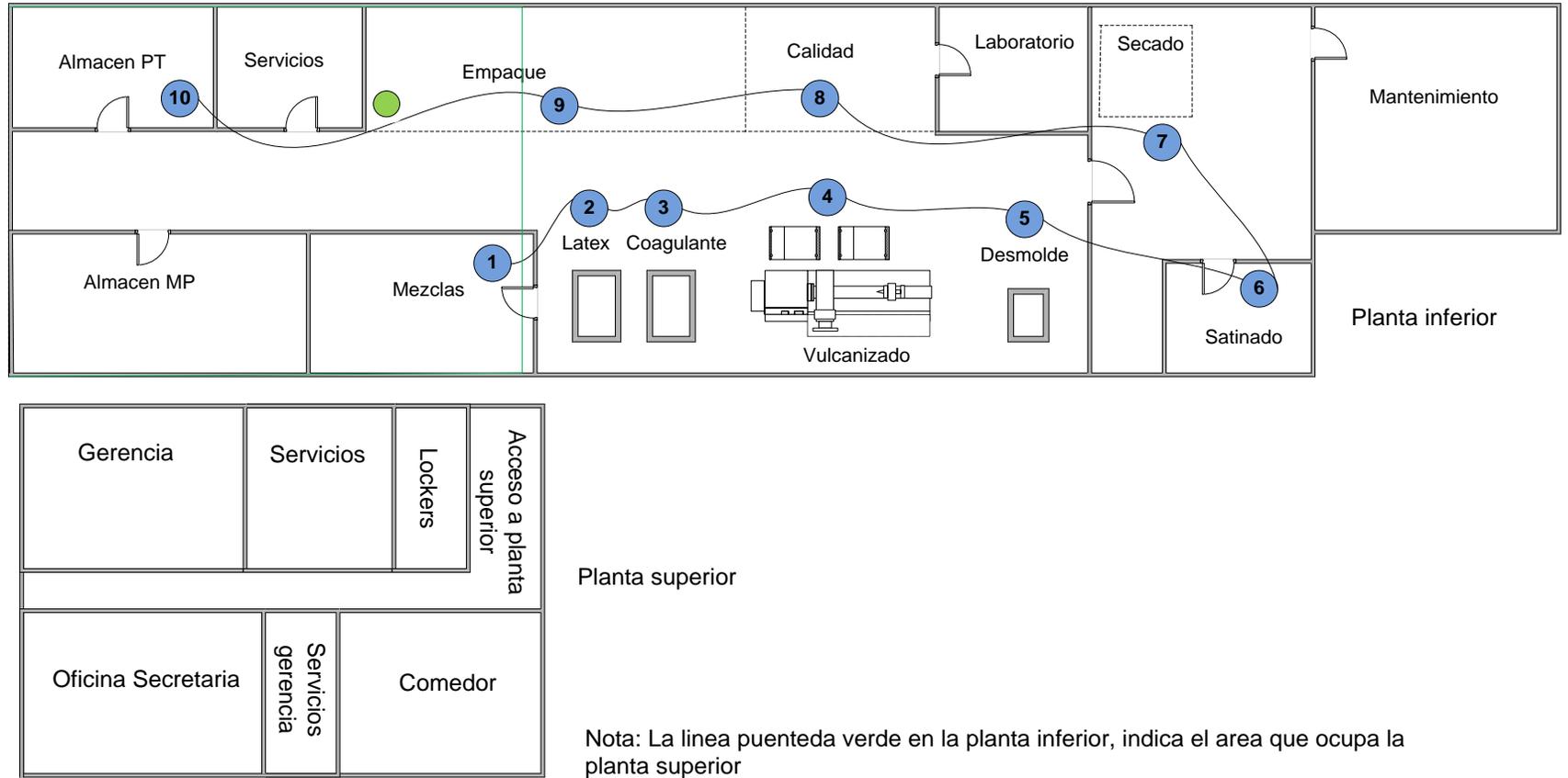
Fuente: el autor.

Figura 40. Diagrama de recorrido distribución en planta. (Segunda propuesta)



Fuente: el autor.

Figura 41. Diagrama de recorrido distribución en planta. (Tercera propuesta)



1 Operación
 Flujo del proceso
 ● Acceso planta superior

Fuente: el autor

La primera propuesta se visualiza en la figura 39, esta propuesta se rechaza debido a que el almacén y el área de mezclas queda ubicado al lado del horno de vulcanizado, lo que afectaría la consistencia de las mezclas ocasionando reprocesos y pérdida de material.

La segunda propuesta se visualiza en la figura 40. Esta propuesta se rechaza porque el horno de vulcanizado debe estar ubicado en el lado opuesto, ya que el vapor afecta los hogares aledaños.

Además se considero apropiado eliminar las divisiones y la pared del área de calidad y empaque, con el fin de dar una mayor visibilidad de los procesos, lograr una utilización del espacio más eficiente y un mejor flujo de hombre y materiales.

La tercera propuesta se visualiza en la figura 41. Esta propuesta fue aprobada ya que se corrigieron los inconvenientes de las dos propuestas anteriores, además de que se da cumplimiento al espacio requerido para cada puesto de trabajo.

Con esta distribución se respetan las restricciones identificadas al realizar el diagrama de prioridad de cercanías y se logra un flujo de producción continuo.

El área de administración, los servicios generales y el área de alimentación se ubican en un segundo piso.

El área de mantenimiento se ubica en el área posterior de la planta, área que actualmente no se utiliza.

En el plano propuesto se puede corroborar que esta área es bastante amplia (largo=9.7 m y ancho=6.2 m).

Se considero pertinente designar el espacio en cuestión, porque se ha manifestado la posibilidad de agregar otro proceso a la planta de producción, el cual sería un proceso de sellado hidráulico, (el proceso de sellado hidráulico es utilizado en la planta de confección de Delatex Ltda.), en caso tal, el proceso se puede ubicar en un espacio de esta área sin interferir con el flujo del proceso principal y sin afectar el área requerida por mantenimiento.

10.1 Análisis de los tiempos de transporte

En la tabla 21 se realiza el comparativo entre los tiempos actuales de transporte y los tiempos previstos según la distribución propuesta, también se incluye la diferencia, es decir el tiempo disminuido y un porcentaje de mejora.

Dicho porcentaje de mejora se calculo determinando el porcentaje que representa el tiempo de transporte con la distribución propuesta, respecto al tiempo de transporte con la distribución actual. Se calculo para cada transporte individual y también para la sumatoria del tiempo de todos los transportes.

Tabla 22. Comparativos tiempos de transporte

Transporte	Distribución actual	Distribución propuesta	Diferencia (seg)	Porcentaje de mejora
	Tiempo del transporte (seg)			
Transportar mezclas hasta tanques de inmersión	120	30	90	75,0%
Transportar moldes hasta horno de vulcanizado	20	15	5	25,0%
Transportar moldes hasta desmolde	15	10	5	33,3%
Transportar producto en proceso hasta área de lavado y satinado	60	30	30	50,0%
Transportar producto en proceso hasta área de secado	20	15	5	25,0%
Transportar producto en proceso hasta inspección de calidad	40	20	20	50,0%
Transportar producto en proceso hasta empaque	20	15	5	25,0%
Transportar producto hasta almacén de producto terminado	50	20	30	60,0%
Total tiempo de transporte (seg)	345	155	190	55,1%

Fuente: el autor

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

11.1 Resultados cualitativos

Uno de los principales factores que se consideraron a la hora de diseñar la distribución propuesta fue el flujo del proceso, ya que en la distribución actual el flujo del proceso es uno de los principales problemas debido a que no existe un patrón lógico establecido, por lo que se presentan recorridos excesivamente largos, (un ejemplo claro de esto, es el recorrido que existe desde el puesto de trabajo de desmolde hasta el satinado), e incluso retrocesos en el proceso.

En la distribución actual, también se evidencian múltiples riesgos de accidentes laborales, lo que además revela la necesidad del establecimiento de un programa de salud ocupacional y seguridad industrial en la empresa.

Otro factor fundamental es la ubicación de los departamentos o áreas que no intervienen directamente con el proceso, como en el caso del área de mantenimiento, actualmente esta área interfiere con el flujo del proceso además de que no cuenta con el espacio requerido para desarrollar sus procesos eficientemente. En la distribución propuesta esta área se ubica en la parte posterior de la planta, logrando así, un espacio adecuado y una ubicación pertinente.

Inmediatamente después del taller de mantenimiento, se ubica un área que actualmente está ocupada con almacenaje de elementos que no tienen que ver con el proceso, este espacio está totalmente desperdiciado igual que el área posterior de la planta, (En la distribución propuesta, es el área donde se ubica mantenimiento).

Actualmente, solo existe un almacén tanto para materia prima como para producto terminado, incluso en este almacén se encuentran materias primas del proceso de confección.

En la propuesta se plantea un almacén de materia prima y otro de producto terminado, esto con el fin de dar orden al almacenaje, lo que permitirá un manejo de inventarios más eficiente y una mejor conservación de materiales.

En la planta inferior, el almacén de materia prima, el almacén de producto terminado, el área de mezclas, (donde además se almacenan los productos químicos), el laboratorio, el área de satinado y el área de mantenimiento deben contar con puertas con llave, con el fin de conseguir establecer un orden respecto a las personas que tienen acceso un área determinada, esto aplica igualmente, para la planta superior, exceptuando los servicios y el comedor.

La planta actual no cuenta con un área de alimentación ni con unos servicios adecuados (Solo existe un pequeño baño). La distribución propuesta se plantea un área de servicios suficiente para los operarios mientras están trabajando, y en la planta superior se plantea tanto un comedor, en el cual se puede instalar una cocineta, como un área de servicios más amplia que cuenta con un espacio para instalar lockers para los operarios.

Tanto la oficina de la secretaria, como la de gerencia cuentan con espacio suficiente para un escritorio, un equipo e incluso archivadores, de ser necesario. La oficina de gerencia cuenta con un baño privado.

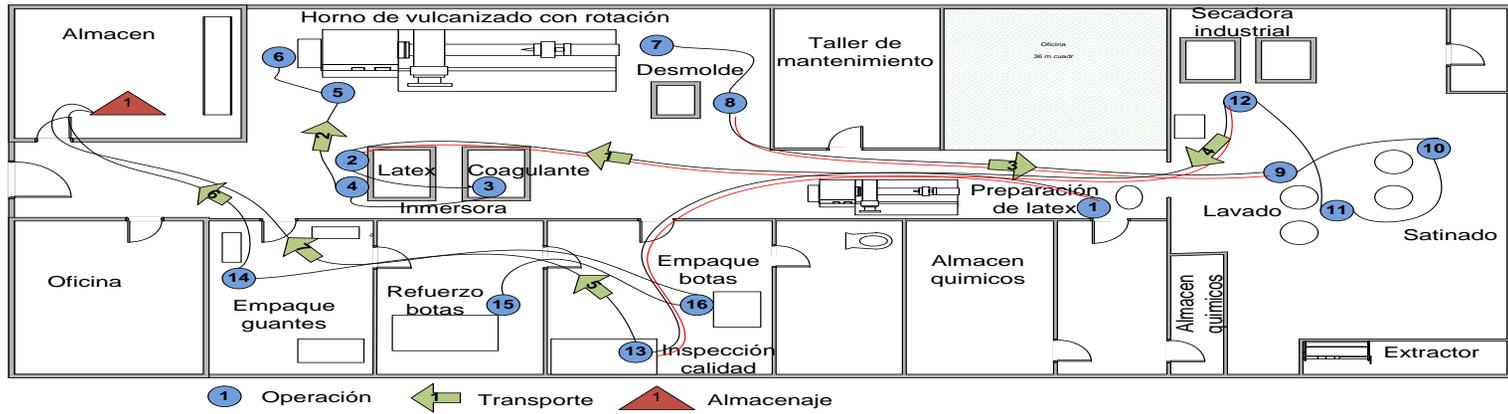
El acceso a la planta superior es por unas escaleras que se ubican cerca al área de empaque, al subir dichas escaleras se encuentra un corredor con acceso a todas las áreas de la planta superior. (Ver figura 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 y 49).

Con la implementación de la distribución propuesta se optimizan aspectos como:

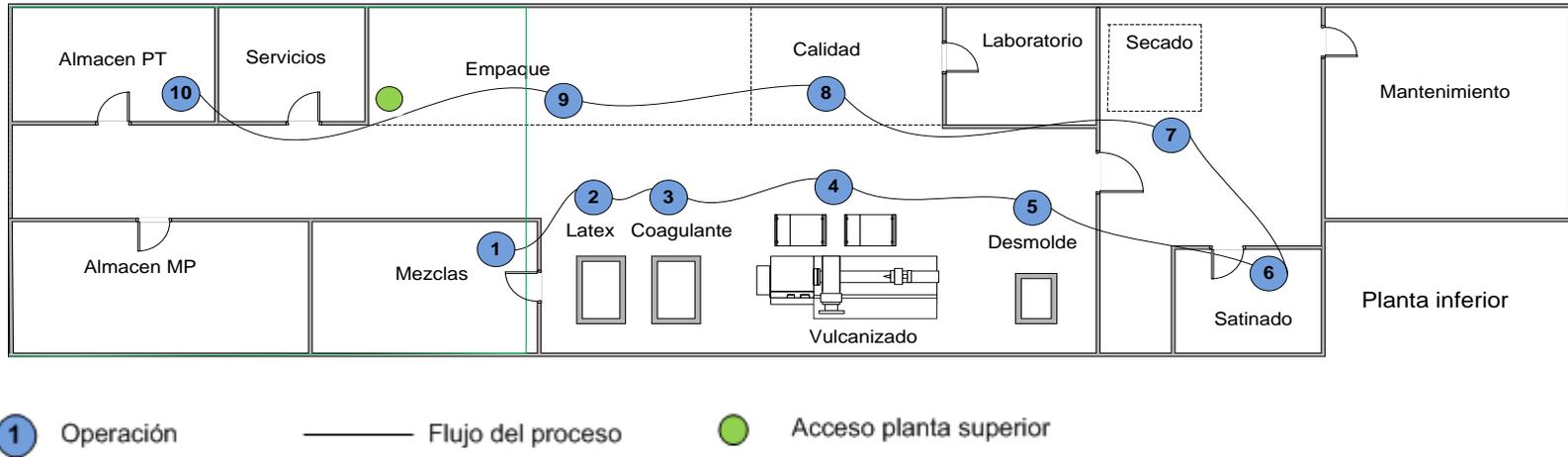
- ❖ El flujo de producción: se plantea un flujo continuo de producción que permite el desarrollo de las operaciones eficazmente.
- ❖ El manejo de materiales: se posibilita el establecimiento de un manejo de materiales metódico, que garantice un justo a tiempo en los procesos productivos.
- ❖ La seguridad industrial: al establecer un diseño de distribución que considera todos los aspectos relativos a la seguridad del personal y la ergonomía del mismo, se logra aumentar la moral del trabajador y mejorar las condiciones en el ambiente laboral y por ende.
- ❖ Clima organizacional: de igual manera que el personal operativo debe ser incentivado por medio de un ambiente de trabajo seguro y acondicionado según las necesidades del proceso, el personal administrativo también debe ser incentivado. El contar con un espacio que cumple con los requerimientos de una oficina de trabajo, repercute directamente en el rendimiento y la actitud del personal de oficina.

Figura 42. Comparativo distribución actual Vs distribución propuesta

Distribución actual

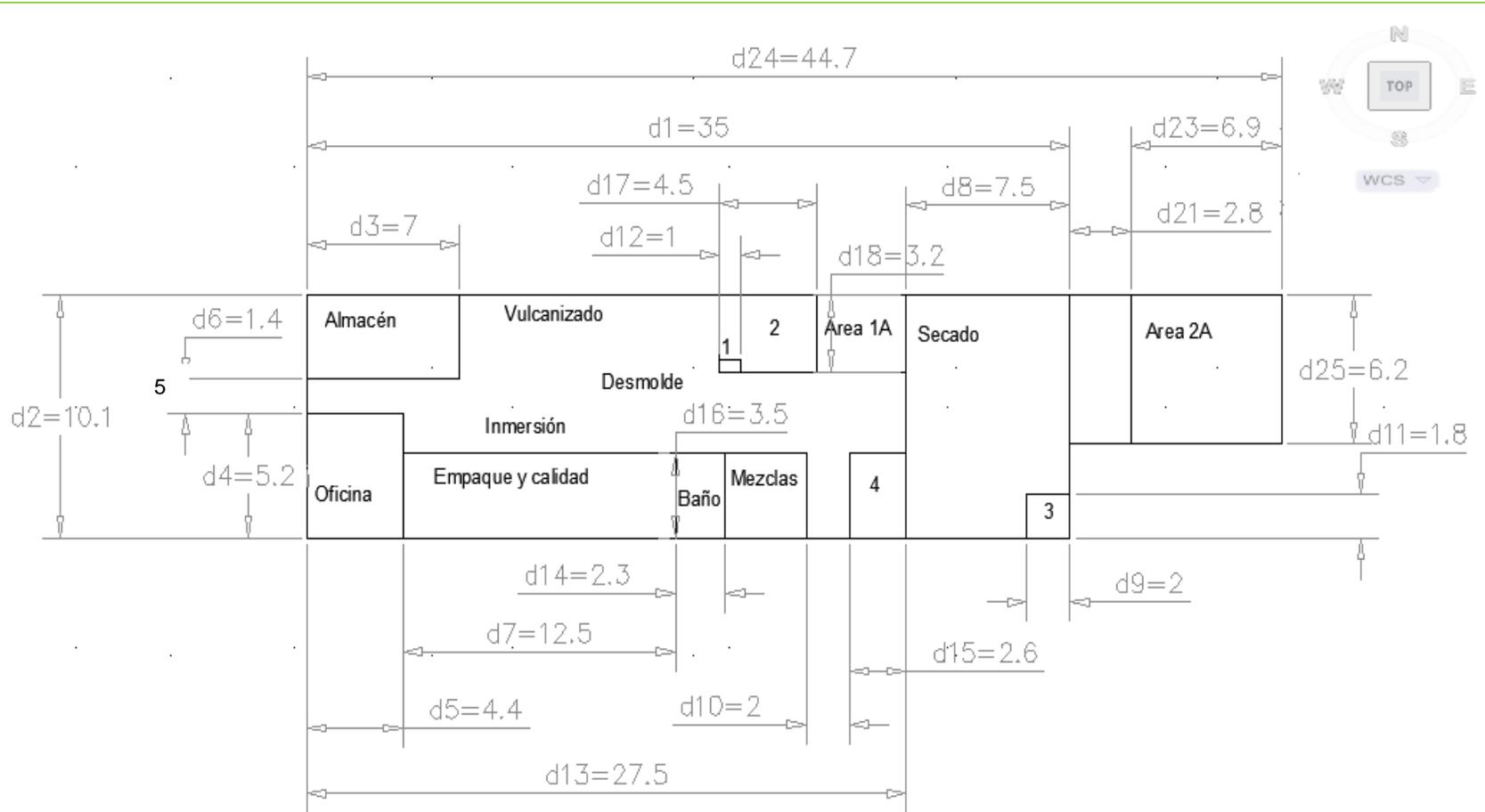


Distribución propuesta



Fuente: el autor

Figura 43. Plano layout actual 2D



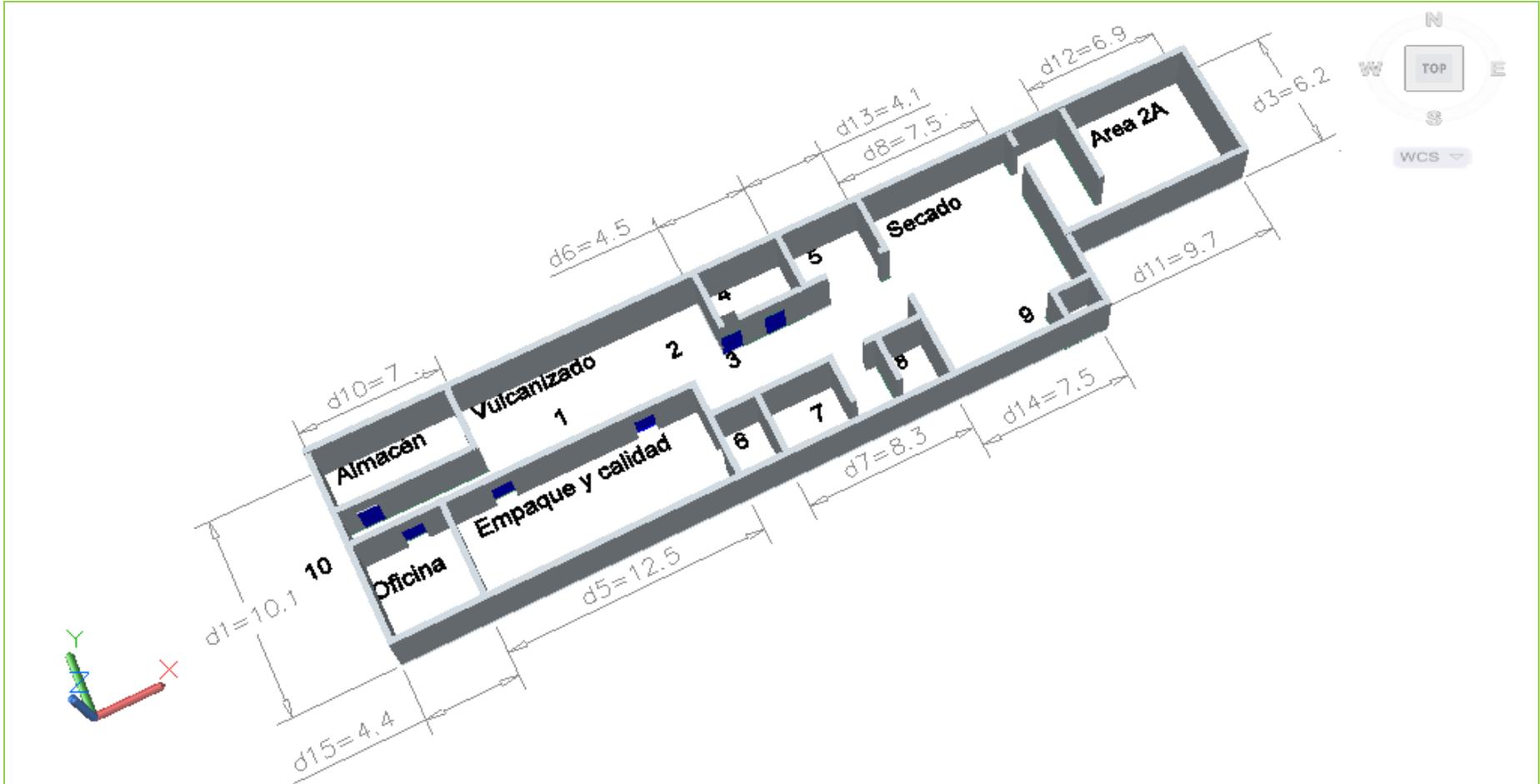
1. Herramientas. 2. Mantenimiento. 3. Satinado. 4. Almacén de químicos. 5. Entrada

Área 1A: Espacio utilizado como almacenamiento de elementos que no tienen que ver con el proceso productivo.

Área 2A: Espacio vacío, no está adecuado para los procesos.

Fecha de creación:	18/10/2013
Autor:	Daniela Restrepo Henao
Plano:	Layout actual 2D.
Escala:	1:1

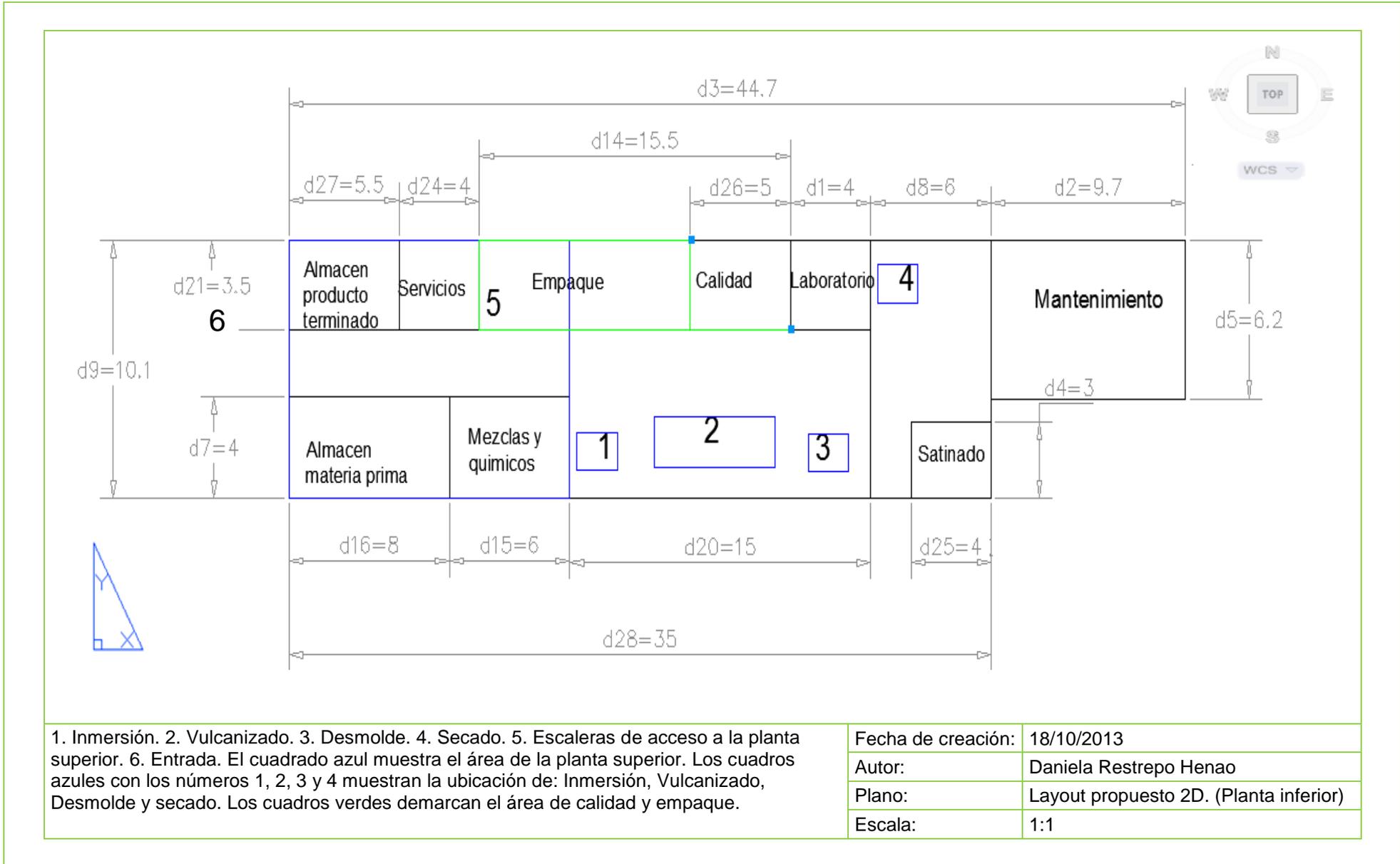
Figura 44. Plano layout actual 3D



1. Inmersión. 2. Desmolde. 3. Herramientas. 4. Mantenimiento. 5. Área 1A. 6. Servicios.
 7. Mezclas. 8. Almacén químicos. 9. Satinado. 10. Entrada
 Área 1A: Espacio utilizado como almacenamiento de elementos que no tienen que ver con el proceso productivo. Área 2A: Espacio vacío, no está adecuado para los procesos.

Fecha de creación:	18/10/2013
Autor:	Daniela Restrepo Henao
Plano:	Layout actual 3D.
Escala:	1:1

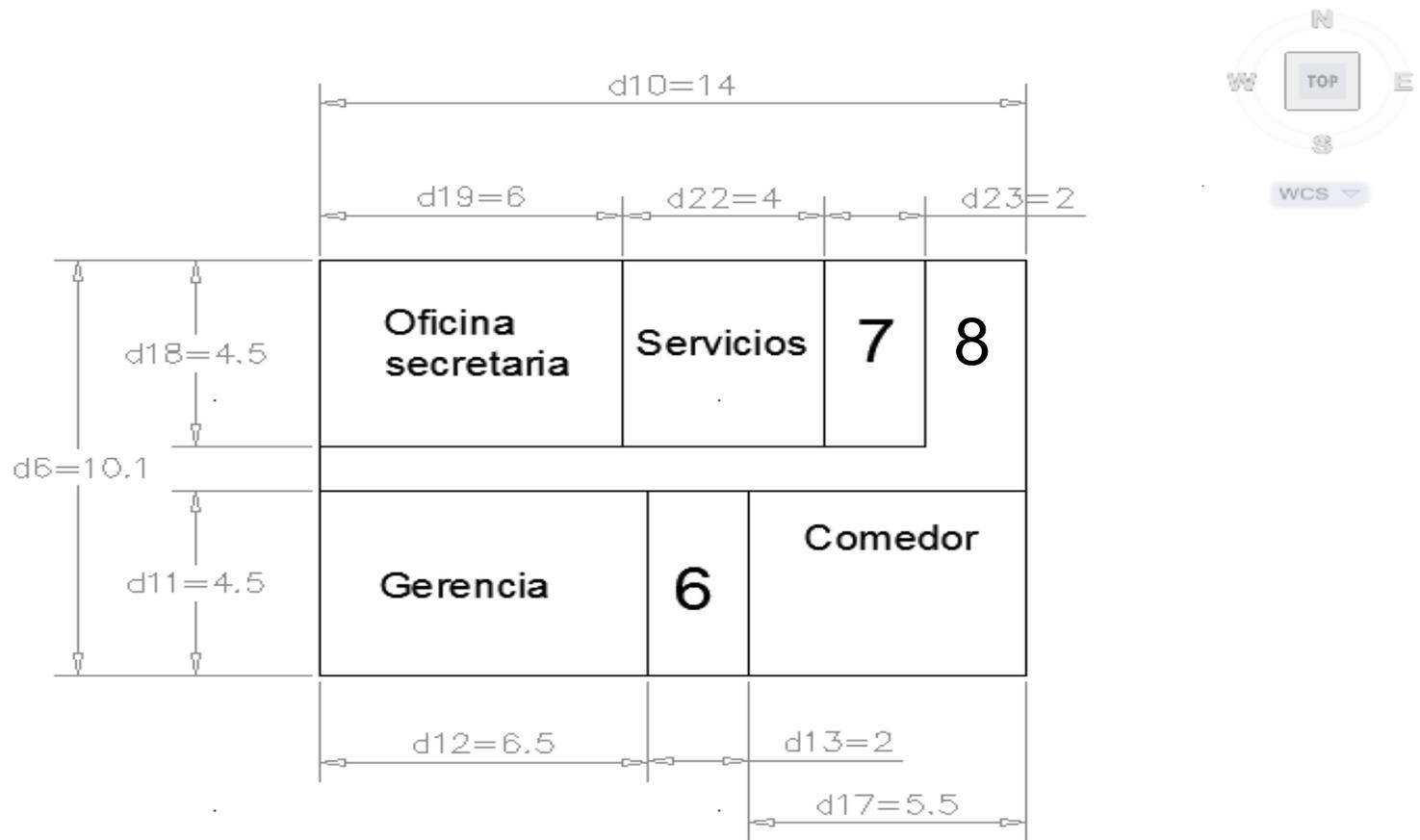
Figura 45. Plano layout propuesto 2D (Planta inferior)



1. Inmersión. 2. Vulcanizado. 3. Desmolde. 4. Secado. 5. Escaleras de acceso a la planta superior. 6. Entrada. El cuadrado azul muestra el área de la planta superior. Los cuadros azules con los números 1, 2, 3 y 4 muestran la ubicación de: Inmersión, Vulcanizado, Desmolde y secado. Los cuadros verdes demarcan el área de calidad y empaque.

Fecha de creación:	18/10/2013
Autor:	Daniela Restrepo Henao
Plano:	Layout propuesto 2D. (Planta inferior)
Escala:	1:1

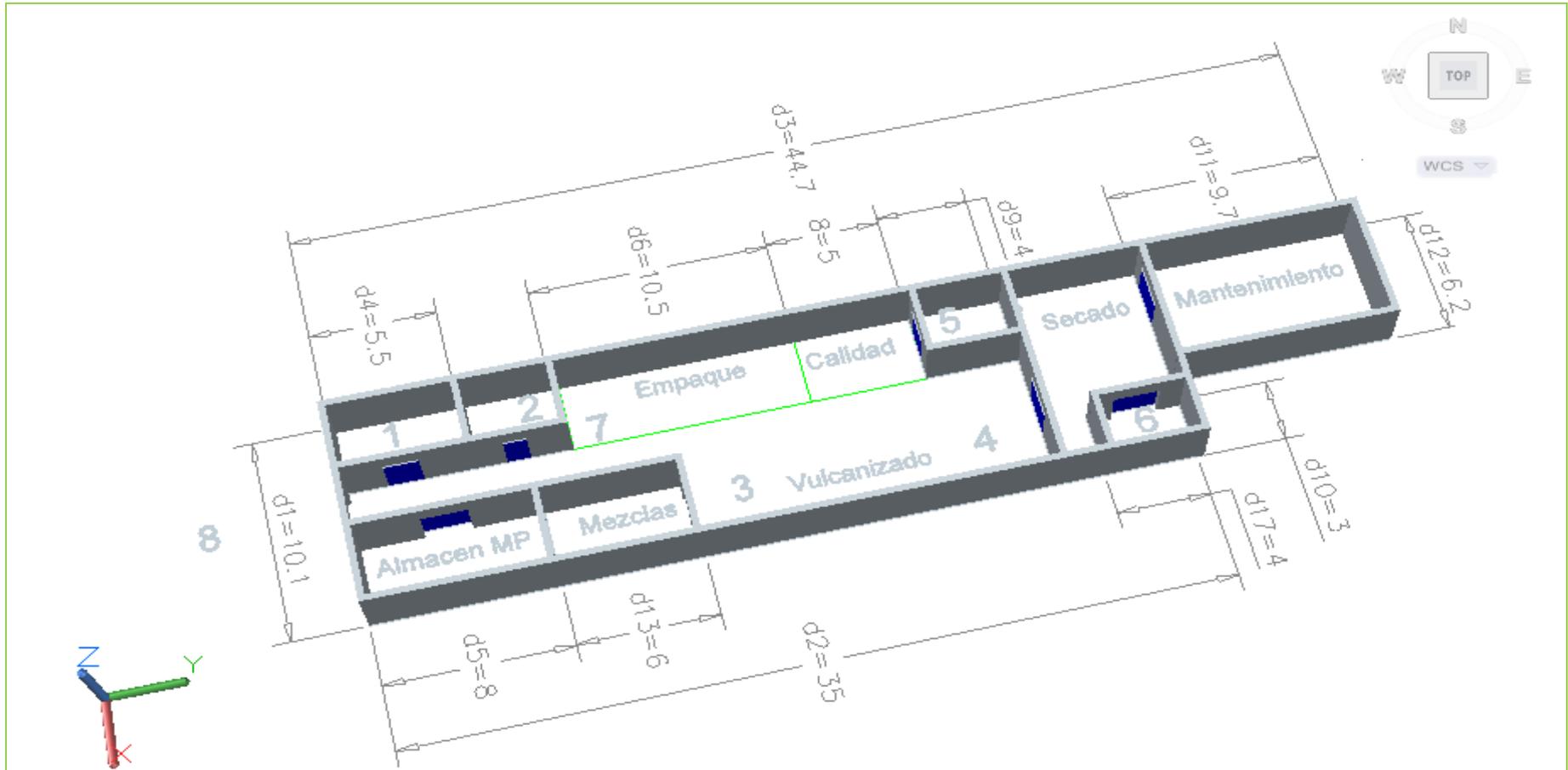
Figura 46. Plano layout propuesto 2D (Planta superior)



6. Servicios gerencia. 7. Lockers. 8. Acceso a la planta superior.

Fecha de creación:	18/10/2013
Autor:	Daniela Restrepo Henao
Plano:	Layout propuesto 2D.(Planta superior)
Escala:	1:1

Figura 47. layout propuesto 3D (Planta inferior)



1. Almacén PT. 2. Servicios. 3. Inmersión. 4. Desmolde. 5. Laboratorio. 6. Satinado.
7. Escaleras de acceso a la planta superior. 8. Entrada.

Los cuadros verdes demarcan el área que ocupa calidad y empaque.

Fecha de creación:	18/10/2013
Autor:	Daniela Restrepo Henao
Plano:	Layout propuesto 3D. (Plata inferior)
Escala:	1:1

Figura 48. Plano layout propuesto 3D (Planta superior)

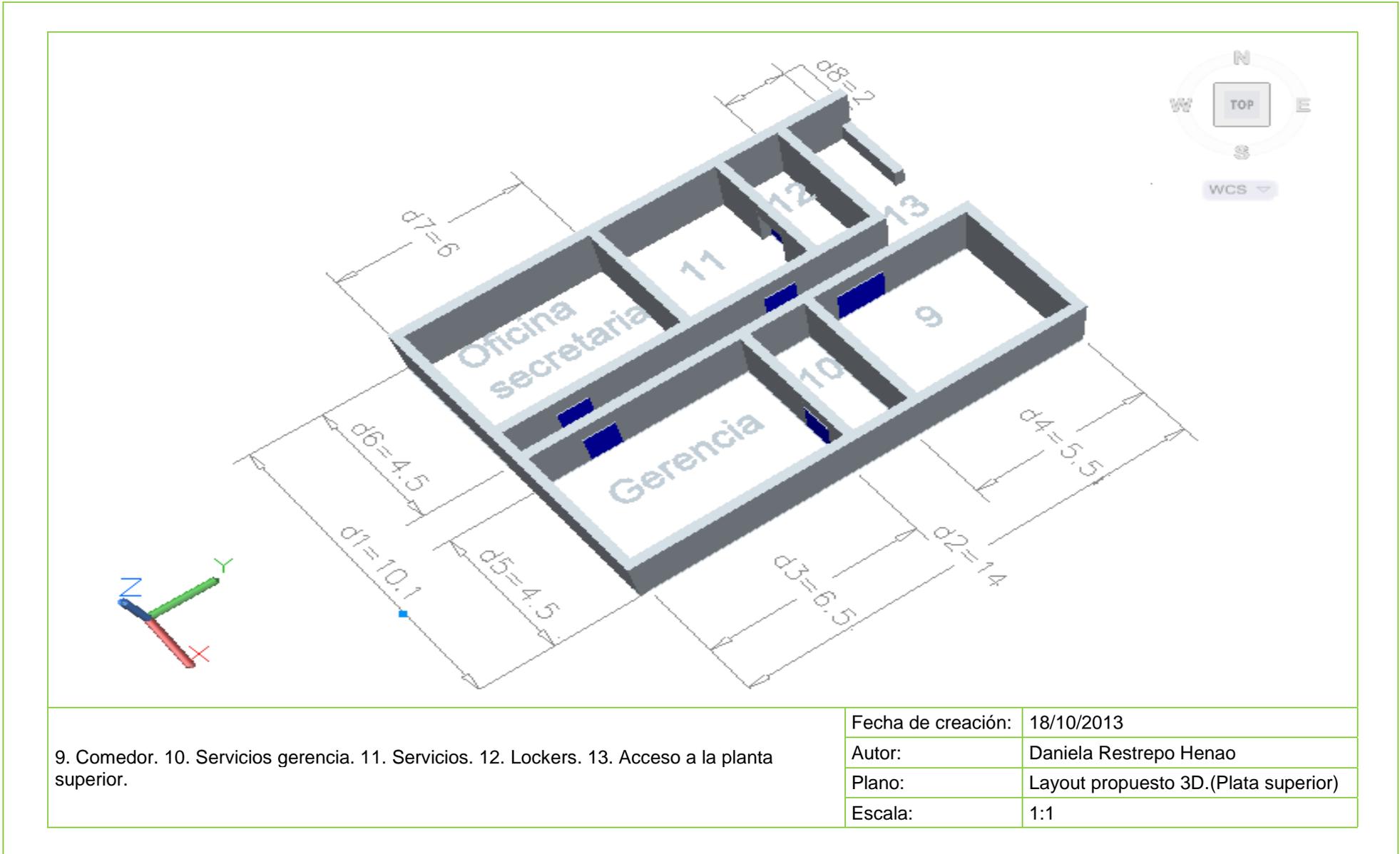
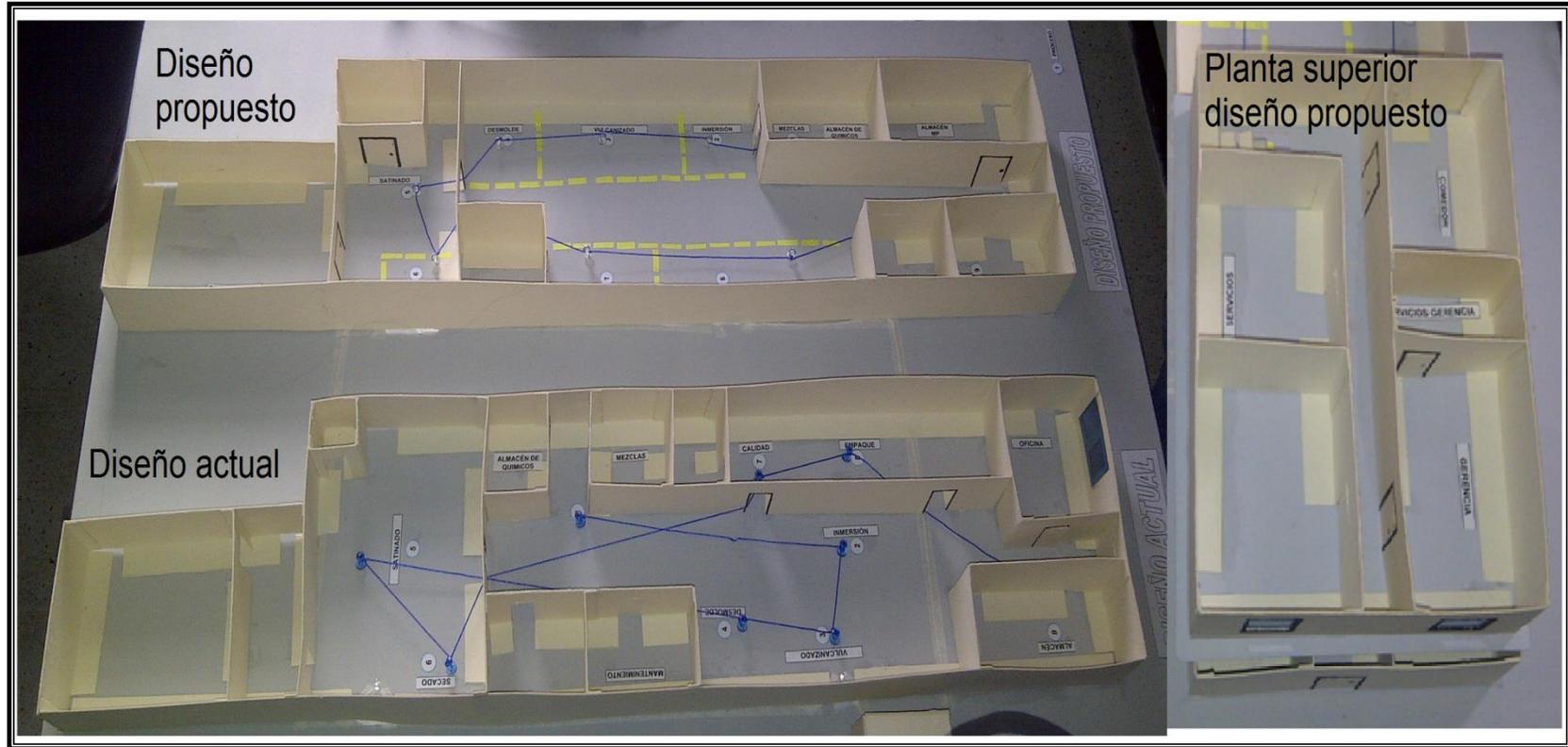


Figura 49. Maqueta diseño actual Vs. Diseño propuesto



Fuente: el autor.

11.2 Resultados cuantitativos

En el análisis de los tiempos (ver tabla 21), se observa que en todos los transportes se presenta un porcentaje de mejora mayor del 20% para todos los casos.

Además en los recorridos más críticos como lo es el transporte desde mezclas hasta los tanques de inmersión y transportar producto en proceso hasta satinado, se observa un porcentaje de mejora del 75% y el 50% respectivamente. Lo que indica que la distribución propuesta, optimiza significativamente el problema con el flujo de la producción.

En total, se presenta un porcentaje de mejora del 55,1% del total del tiempo de transporte, lo que es igual a 190 segundos de diferencia del tiempo total de transportes respecto al tiempo actual invertido en transportes.

La frecuencia aproximada de transportes es de 8 por turno, es decir, que en cada turno cada uno de los transportes mencionados anteriormente se ejecuta 8 veces, o sea 16 veces al día, entonces se tiene:

Tabla 23. Unidades de mas producidas/día

Producto	Producción (unidades/día)	Tiempo por unidad/horas	Tiempo por unidad/seg	Unidades producidas en 190 segundos	Unidades de mas producidas/día	Ganancia/día
Botas	750	0,021	76,8	2,47	39,58	\$ 63.333
Guantes	1250	0,013	46,08	4,12	65,97	\$ 105.556
Total						\$ 168.889

*Por unidades/día se entiende pares

Fuente: el autor

Debido a que en la empresa Delatex Ltda. no se ha establecido un tiempo estándar, los cálculos de la tabla 22 se realizaron de la siguiente manera:

- ❖ El tiempo por unidad/horas se calculo dividiendo la producción diaria entre las horas de trabajo diario, en este caso 16 horas.
- ❖ Las unidades producidas en 190 segundos se calcularon dividiendo 190 entre el tiempo por unidad/seg. (190 segundos es el tiempo que se ahorra con la implementación de la propuesta de distribución en planta).
- ❖ Las unidades de mas producidas/día, se calcularon multiplicando las unidades producidas en 190 segundos por 16 que es la frecuencia diaria aproximada de los transportes.
- ❖ La ganancia/día, se calculo multiplicando el número de unidades de mas producidas/día por la ganancia por unidad respectiva para botas y guantes. (Ver tabla 23)

11.2.1 Recuperación de la inversión

Se estima que la inversión requerida para implementar el diseño propuesto de distribución en planta es de \$40.000.000. Con el fin de determinar el tiempo de recuperación de la inversión se realizan los siguientes cálculos:

- ❖ Margen de ganancia = 20%

Tabla 24. Recuperación de la inversión

Producto	Demanda (unidades/día)	Precio unidad	Ganancia por unidad	Ganancia diaria	Inversión	Tiempo de recuperación de la inversión
Botas	750	\$ 8.000	\$ 1.600	\$ 1.200.000	\$ 40.000.000	21 días
Guantes	1250	\$ 3.000	\$ 600	\$ 750.000		
Total			\$ 2.200	\$ 1.950.000		

*Por unidades/día se entiende pares

Fuente: el autor

La inversión requerida para realizar la distribución propuesta se recuperará en un tiempo promedio de 21 días.

Los cálculos para determinar la recuperación de la inversión se realizaron de la siguiente manera:

- ❖ La ganancia por unidad se calculo con un margen de ganancia del 20%.
- ❖ La ganancia diaria se calculo multiplicando la ganancia por unidad por las unidades/día
- ❖ El tiempo de recuperación de la inversión se calculo dividiendo el total de inversión entre la ganancia diaria estimada.

Como se menciona inicialmente, para lograr establecer una ordenación del espacio y los elementos que interactúan durante el proceso de producción, se realizo el diseño de unos estados de referencia para cada puesto de trabajo según la teoría de las 5S.

Estos estados de referencia se plantean de acuerdo a las necesidades de cada puesto de trabajo y con la información actual.

Para la implementación de un programa de 5S es necesario que la distribución propuesta este implementada, ya que sería muy complicado implementar una herramienta cuyo principal objetivo es el orden, mientras se remodela la planta de producción, por lo tanto, los formatos creados, son la materia prima para el desarrollo del mismo.

Este proyecto de implementación de las 5S en la empresa Delatex Ltda. será ejecutado por el semillero de investigación SEPROCA en el semestre 2014-1.

11.3 Recomendaciones

Según las observaciones realizadas al realizar el diseño de distribución en planta de la empresa Delatex Ltda., se consideran pertinentes las siguientes recomendaciones:

- ❖ Implementar la propuesta de distribución en planta para lograr los objetivos planteados.
- ❖ Establecer un estudio de métodos y tiempos, con el fin de determinar un tiempo estándar para cada producto, lo que facilitara el desarrollo de los procesos y optimizara el proceso de costeo del producto final.
- ❖ Programar capacitaciones al personal operativo con el fin de introducirlos en las teorías de la ingeniería industrial, con el objetivo principal de iniciar el establecimiento de una filosofía de producción que proporcione directrices para la mejora continua de la organización.
- ❖ Es fundamental una administración de inventarios que permita controlar y dirigir los activos de la empresa, por medio de metodologías como inventarios ABC, con lo que además se optimiza la planeación y programación de la producción.
- ❖ Diseñar un programa de salud ocupacional que capacite al personal sobre las medidas de seguridad industrial que debe considerar a la hora de desarrollar su actividad laboral, adquiriendo conciencia y compromiso con el uso de los equipos de protección personal sin ningún tipo de distinción con ningún empleado.
- ❖ Al implementar la distribución propuesta es vital emplear una señalización adecuada para cada área de producción que cumpla con los requerimientos de seguridad industrial. De la figura 50 a la 56, se puede observar la señalización usada comúnmente en las plantas de producción.

Los tipos de señalización como técnica de seguridad, pueden clasificarse en función del sentido por el que se percibe:

- Señalización óptica: Ella consiste en la determinación de señales de prohibición, obligación, advertencia e información por el conjunto de colores y formas.
- Señalización acústica: emisión de señales sonoras: altavoces, sirenas, etc.
- Señalización olfativa: difusión de olores apreciados por el sentido del olfato.

Figura 50. Colores de seguridad

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
Rojo	Señal de prohibido	Comportamiento peligroso
	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipo de lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación.
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección visual.
Verde	Señal de salvamento o auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o socorro, locales.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

Fuente: http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaepa/boletin_informativo/pdf/boletines/14/12.-SE%C3%91ALIZACION%20DE%20SEGURIDAD.pdf

- ❖ Las señales de advertencia tienen forma triangular. Deben ser pictogramas negros sobre un fondo amarillo. (Ver figura 51).

Figura 51. Señales de advertencia



Fuente: http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/14/12.-SE%C3%91ALIZACION%20DE%20SEGURIDAD.pdf

- ❖ Las señales de prohibición tienen forma redonda. Deben ser pictogramas negros sobre un fondo blanco, bordes y banda rojos. (Ver figura 52).

Figura 52. Señales de prohibición



Fuente:http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/14/12.-SE%C3%91ALIZACION%20DE%20SEGURIDAD.pdf

- ❖ Las señales de obligación tienen forma redonda. Deben ser pictogramas blancos sobre un fondo azul. (Ver figura 53).

Figura 53. Señales de obligación



Fuente:http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/14/12.-SE%C3%91ALIZACION%20DE%20SEGURIDAD.pdf

- ❖ Las señales relativas a los equipos de lucha contra incendios tienen forma rectangular o cuadrada, deben ser pictogramas blancos sobre fondo rojo, el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal. (Ver figura 54).

Figura 54. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios



Fuente: http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/14/12.-SE%C3%91ALIZACION%20DE%20SEGURIDAD.pdf

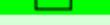
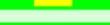
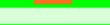
- ❖ Las señales de salvamento o socorro tienen forma rectangular o cuadrada, deben ser pictogramas blancos sobre fondo verde. (Ver figura 55).

Figura 55. Señales de salvamento o socorro



Fuente: http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/14/12.-SE%C3%91ALIZACION%20DE%20SEGURIDAD.pdf

Figura 56. Señalización de conducciones

Fluido	Color básico	Estado Fluido	Color complementario	
ACEITES	MARRÓN	Gas-oil	Amarillo	
		De alquitrán	Negro	
		Bencina	Rojo	
		Benzol	Blanco	
ÁCIDO	NARANJA	Concentrado	Rojo	
AIRE	AZUL	Caliente	Blanco	
		Comprimido	Rojo	
		Polvo carbón	Negro	
AGUA	VERDE	Potable	Verde	
		Caliente	Blanco	
		Condensada	Amarillo	
		A presión	Rojo	
		Salada	Naranja	
		Uso industrial	Negro	
		Residual	Negro+negro	
ALQUITRÁN	NEGRO			
BASES	VIOLETA	Concentrado	Rojo	
GAS	AMARILLO	Depurado	Amarillo	
		Bruto	Negro	
		Pobre	Azul	
		Alumbrado	Rojo	
		De agua	Verde	
		De aceite	Marrón	
		Acetileno	Blanco+blanco	
		Ácido carbónico	Negro+negro	
		Oxígeno	Azul+azul	
		Hidrógeno	Rojo+rojo	
		Nitrógeno	Verde+verde	
Amoníaco	Violeta+violeta			
VACÍO	GRIS			
VAPOR	ROJO	De alta	Blanco	
		De escape	Verde	

Fuente: http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaa eup a/boletin_informativo/pdf/boletines/14/12.-SE%C3%91ALIZACION%20DE%20SEGURIDAD.pdf

BIBLIOGRAFÍA

Apple, J. M. (1977). *Plant layout and material handling*. Florida: 3ª ed. Krieger Publishing Company

De la fuente, D. y Fernández, Q. (2005). *Distribución en planta*. Universidad de Oviedo.

Domínguez, J.A. (1995). *Dirección de operaciones, aspectos estratégicos en la Producción y los servicios*. Madrid: McGraw Hill.

García, F. (2004). *Cátedra de producción y análisis de la inversión*.

Universidad de los Andes, facultad de ciencias económicas y sociales, escuela de administración y contaduría pública, departamento de empresas.

Disponible en:

<http://webdelprofesor.ula.ve/economia/gsfran/Asignaturas/ProduccionI/DISTRIBUIONdePLANT1.pdf>

Guía para la mejora de la gestión preventiva, señalización de seguridad.

Disponible en:

http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/14/12.-SE%C3%91ALIZACION%20DE%20SEGURIDAD.pdf

Hernández A. (2005). *Seguridad e higiene industrial*. Editorial Limusa.

Konz, S., Emerich, L.C. y Galván, E. (1992). *Manual de Distribución en Plantas Industriales: diseño e instalación*. Editorial Limusa.

Maynard, W. (1992). *Manual del Ingeniero Industrial*. México: McGraw Hill 4ta Edición.

Meredith J.R. (1992). *The management of operations: a conceptual emphasis*. New York: Wiley.

Meyers, F. y Stephens, M. (1993). *Plant Layout and Material Handling*. Prentice-Hall.

Moulding, E. (2010). *5S: A visual control system for de workplace*. Author house™ UK Ltda.

Muther, R. (1970). *Técnicas de organización industrial, distribución en planta*. Europa: Hispano Europea.

Organización de Empresas Industriales distribución en planta, (s.f). Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón.

Disponible

en:

http://gio.uniovi.es/documentos/asignaturas/descargas/Layout_Teoría.pdf

Sule, D.R. (2001). *Instalaciones de Manufactura: ubicación, planeación y diseño*. Editorial Thomson Learning.

Treviño, J. (1984). *Manual para el laboratorio de ingeniería de planta*. Editorial Font S.A.

Vallhonrat, J.M. y Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y mantenimiento*. Editorial Macombo S.A.

Vargas, H. (s.f). *Manual de implementación del programa 5S*. Corporación autónoma regional de Santander.

Vaughn R. (1988). *Introducción a la ingeniería industrial*. Editorial Reverte S.A.

Disponible en:

http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_terminados/Investigacion_de_Operaciones_Careaga/Common/IO-modulo4-transpsimple.htm

Vergel, J. (2009). *Propuesta y análisis del diseño y distribución en planta de Alfering limitada sede II*. Santa Marta, Universidad del Magdalena.

Disponible en:

<http://dspace.universia.net/bitstream/2024/392/1/DISTRIPLANTA-FINAL-ALFERING.pdf>

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Identificación de problemas	16
Tabla 2. Descripción de la maquinaria.....	29
Tabla 3. Instrumentos para el control de calidad	33
Tabla 4. Descripción de productos.....	34
Tabla 5. Costos de transporte entre orígenes y destinos.....	58
Tabla 6. Aplicación de la heurística del mínimo costo en el método del transporte.....	59
Tabla 7. Desarrollo de la distribución por proceso	61
Tabla 8. Valores de K.....	62
Tabla 9. Formato para registro fotográfico de los puestos de trabajo.....	73
Tabla 10. Diseño de formato de estados de referencia.....	76
Tabla 11. Recursos del proyecto	77
Tabla 12. Cronograma de actividades	78
Tabla 13. Precedencias y tiempos de transporte.....	84
Tabla 14. Previsión de la demanda.....	86
Tabla 15. Número de trabajadores y maquinas necesario por áreas de trabajo.....	86
Tabla 16. Determinación de distancias entre cada puesto de trabajo.....	88
Tabla 17. Prioridad de cercanías de Muther.....	93

Tabla 18. Registro fotográfico desmolde.....	94
Tabla 19. Registro fotográfico inmersión.....	95
Tabla 20. Registro fotográfico satinado.....	96
Tabla 21. Registro fotográfico empaque.....	97
Tabla 22. Comparativos tiempos de transporte.....	105
Tabla 23. Unidades de más producidas/día.....	116
Tabla 24. Recuperación de la inversión.....	117

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Distribución actual planta de látex	12
Figura 2. Diagrama del recorrido actual del proceso de fabricación de guantes y botas de latex	14
Figura 3. Almacenamiento de guantes en proceso	15
Figura 4. Diagrama del recorrido anterior del proceso de fabricación de guantes y botas de latex	19
Figura 5. Diagrama del proceso de producción de guantes y botas de látex	27
Figura 6. Horno de vulcanizado estático	29
Figura 7. Horno de vulcanizado con rieles	29
Figura 8. Secadora industrial	30
Figura 9. Lavadora industrial	30
Figura 10. Maquina inmersora	30
Figura 11. Selladora de impulso	31
Figura 12. Nitxel	31
Figura 13. Moldes de cerámica y bandejas	31
Figura 14. Tanques de acero inoxidable	32
Figura 15. Carros de rodamientos	32
Figura 16. Desmoldadero	32
Figura 17. Densímetro	33
Figura 18. Gramera, calibrador y flexometro	33
Figura 19. Bota de látex corta	34
Figura 20. Bota de látex media pierna con velcro	34

Figura 21. Bota de látex extra larga	34
Figura 22. Bota de látex dama	35
Figura 23. Snork	35
Figura 24. Protector de calzado	35
Figura 25. Impermeables	36
Figura 26. Guantes de látex	36
Figura 27. Categorías de investigación	37
Figura 28. Ejemplo de diferenciación entre distribución por proceso y distribución celular	48
Figura 29. Ejemplo de distribución por proceso en un taller de reparación de automóviles	50
Figura 30. Ejemplo de distribución orientada al producto	51
Figura 31. Representación de una red de transporte simple, envía unidades X_{ij} , del origen i al destino j	56
Figura 32. Restricciones del modelo del problema del transporte	57
Figura 33. Riesgos presentes en el área de desmolde.....	79
Figura 34. Riesgos presentes en el área de secado.....	80
Figura 35. Riesgos presentes en el área de satinado.....	81
Figura 36. Riesgos presentes en el área preparación de látex.....	82
Figura 37. Diagrama de recorrido distribución en planta actual.....	83
Figura 38. Diagrama de precedencias.....	85
Figura 39. Diagrama de recorrido distribución en planta. (Primera propuesta).....	101

Figura 40. Diagrama de recorrido distribución en planta. (Segunda propuesta).....	102
Figura 41. Diagrama de recorrido distribución en planta. (Tercera propuesta).....	103
Figura 42. Comparativo distribución actual Vs distribución propuesta.....	108
Figura 43. Plano layout actual 2D.....	109
Figura 44. Plano layout actual 3D.....	110
Figura 45. Plano layout propuesto 2D (Planta inferior).....	111
Figura 46. Plano layout propuesto 2D (Planta superior).....	112
Figura 47. layout propuesto 3D (Planta inferior).....	113
Figura 48. Plano layout propuesto 3D (Planta superior).....	114
Figura 49. Maqueta diseño actual Vs diseño propuesto.....	119
Figura 50. Colores de seguridad.....	120
Figura 51. Señales de advertencia.....	121
Figura 52. Señales de prohibición.....	122
Figura 53. Señales de obligación.....	123
Figura 54. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios.....	124
Figura 55. Señales de salvamento o socorro.....	125
Figura 56. Señalización de conducciones.....	126

