



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA APERTURA DE UNA NUEVA NAVE DE PRODUCCIÓN EN UNA LITOGRAFÍA

José Ángel Ramírez Ruiz

Asesorado por el Ing. Edgar Antonio Burbano López

Guatemala, agosto de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA APERTURA DE UNA
NUEVA NAVE DE PRODUCCIÓN EN UNA LITOGRAFÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ ÁNGEL RAMÍREZ RUIZ

ASESORADO POR EL ING. EDGAR ANTONIO BURBANO LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado De León
EXAMINADOR	Ing. Norma Iliana Sarmiento de Serrano
EXAMINADOR	Ing. José Arturo Estrada Martínez
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA APERTURA DE UNA NUEVA NAVE DE PRODUCCIÓN EN UNA LITOGRAFÍA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 25 de mayo de 2005.

José Ángel Ramírez Ruiz

DEDICATORIA A:

DIOS

Por la vida, la inteligencia, sus bendiciones y porque siempre está conmigo y me permite alcanzar este sueño.

MIS PADRES

José Ángel Ramírez Lemus y Vicenta Ruiz, por su amor, orientación, confianza y apoyo a lo largo de mi vida.

MIS HERMANAS

Diana y Heidy, por el apoyo y cariño de siempre.

MIS TÍOS, PRIMOS, ABUELOS Y DEMÁS FAMILIA

Por su confianza, apoyo y cariño.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por enseñarme el valor de la amistad y compartir grandes experiencias a lo largo de la carrera.

LUZ DE MARÍA

Por su amistad, fortaleza y fe.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios y la Virgen María.

La Universidad de San Carlos de Guatemala.

Mi asesor Ingeniero Edgar Antonio Burbano, por su tiempo, dedicación, conocimientos y amistad.

Todas aquellas personas que me apoyaron durante mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Descripción de la empresa	1
1.1.1 Historia de la empresa	2
1.1.2 Misión	2
1.1.3 Visión	4
1.1.4 Procesos	4
1.2 Aspectos a tomar en cuenta en una distribución en planta	5
1.2.1 Definición	5
1.2.2 Objetivos	6
1.2.2.1 Unidad	6
1.2.2.2 Circulación mínima	7
1.2.2.3 Seguridad	7
1.2.2.4 Flexibilidad	7
1.2.3 Principios	7
1.2.3.1 Principio de la mínima distancia recorrida	8
1.2.3.2 Principio de la circulación o flujo de materiales	8
1.2.3.3 Principio del espacio cúbico	8

1.2.3.4	Principio de la satisfacción y de la seguridad	8
1.2.3.5	Principio de la flexibilidad	9
1.2.4	Factores que afectan la distribución en planta	9
1.2.4.1	Materiales	9
1.2.4.2	Maquinaria	10
1.2.4.3	Hombre	10
1.2.4.4	Movimiento	11
1.2.4.5	Espera	12
1.2.4.6	Servicio	12
1.2.4.7	Edificio	13
1.2.4.8	Cambio	14
1.3	Antecedente de las instalaciones que se utilizarán para llevar a cabo la distribución	14
1.3.1	Usos anteriores	15
1.3.2	Factores que motivaron al cese de operaciones	15
1.3.3	Razones para darle el uso actual	16
1.3.4	<i>Layout</i> actual de las instalaciones	18

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS INSTALACIONES INVOLUCRADAS EN LA APERTURA DE UNA NUEVA NAVE DE PRODUCCIÓN 19

2.1	Descripción de las áreas que se distribuirán en la nueva nave de Producción	19
2.1.1	Área de pegado	20
2.1.2	Líneas de empaque	20
2.1.3	Bodega de materia prima	21
2.2	Área de pegado	22
2.2.1	Pegadora 3	22
2.2.1.1	Diagramas y descripción del proceso	22
2.2.1.1.1	Descripción del proceso	23

	2.2.1.1.2	Diagrama de operaciones del proceso	24
	2.2.1.1.3	Diagrama de flujo del proceso	25
	2.2.1.1.4	Diagrama de la distribución actual de la Pegadora 3	27
	2.2.1.1.5	Plano de la instalación eléctrica y distribución de lámparas de la Pegadora 3	28
	2.2.1.2	Ritmo de producción actual	29
2.2.2		Pegadora 8	29
	2.2.2.1	Descripción del proceso para el cual será utilizada la Pegadora 8	29
	2.2.2.2	Diagrama de la Pegadora 8	30
	2.2.2.3	Capacidad de producción esperada	31
2.3		Líneas de empaque	31
	2.3.1	Diagramas y descripción del proceso	31
	2.3.1.1	Descripción del proceso	32
	2.3.1.2	Diagrama de operaciones de proceso	33
	2.3.1.3	Diagrama de flujo del proceso	34
	2.3.1.4	Diagrama de la distribución actual de las líneas de empaque	36
	2.3.1.5	Plano de la instalación eléctrica y distribución de lámparas del área de líneas de empaque	37
	2.3.2	Ritmo de producción actual	38
2.4		Bodega de materia prima	38
	2.4.1	Diagramas y descripción del proceso	38
	2.4.1.1	Descripción del proceso	39
	2.4.1.1.1	Sistema de control de inventarios	39
	2.4.1.2	Diagrama de operaciones del proceso	40

2.4.1.3	Diagrama de flujo del proceso	41
2.4.1.4	Diagrama de la distribución del área de bodega de materia prima	42
2.5	Aspectos que influyeron para considerar la apertura de una nueva nave de producción	43
2.5.1	Análisis de la capacidad instalada	43
3.	SITUACIÓN PROPUESTA DE UNA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA APERTURA DE UNA NUEVA NAVE DE PRODUCCIÓN	47
3.1	Propuesta de la distribución en planta	47
3.1.1	Diagrama de la distribución propuesta	48
3.1.1.1	Distribución de las diferentes áreas	49
3.1.1.1.1	Área de pegadoras	49
3.1.1.1.2	Área de líneas de empaque	50
3.1.1.1.3	Área de bodega de materia prima	50
3.1.2	Diagrama de Relaciones	51
3.1.3	Diagrama de Parilla	52
3.1.4	Iluminación de las diferentes áreas	53
3.1.4.1	Plano de la distribución de las lámparas	54
3.1.5	Plano de la distribución eléctrica	55
3.2	Cumplimiento de la propuesta con los principales aspectos en una distribución en planta	56
3.2.1	Cumplimiento de los principios	56
3.2.1.1	Principio de la mínima distancia	57
3.2.1.2	Principio de la circulación o flujo de materiales	59
3.2.1.3	Principio del espacio cúbico	60
3.2.1.4	Principio de la satisfacción y de la seguridad	61
3.2.1.5	Principio de la flexibilidad	63

3.2.2	Análisis de cada uno de los factores que afectan la distribución en planta	64
3.2.2.1	Materiales	64
3.2.2.2	Maquinaria	65
3.2.2.3	Hombre	66
3.2.2.4	Movimiento	67
3.2.2.5	Espera	68
3.2.2.6	Servicio	69
3.2.2.7	Edificio	70
3.2.2.8	Cambio	71
3.3	Análisis de la nueva capacidad de producción bajo las condiciones propuestas	71
3.3.1	Pegadora 3	72
3.3.2	Pegadora 8	72
3.3.3	Líneas de empaque	73
4.	PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN	75
4.1	Traslado de pegadoras	75
4.1.1	Desmontaje y montaje de pegadoras	75
4.1.1.1	Pegadora 3	75
4.1.1.1.1	Tiempo de desmontaje y montaje	76
4.1.1.1.2	Costos de desmontaje y montaje	76
4.1.1.2	Pegadora 8	77
4.1.1.2.1	Tiempo de montaje de la Pegadora 8	77
4.1.1.2.2	Costos de montaje	77
4.1.2	Desmontaje y montaje de la iluminación	79
4.1.2.1	Tiempo de desmontaje y montaje	79
4.1.2.2	Costos de desmontaje y montaje	79

4.1.3	Acometida eléctrica	80
4.2	Traslado de líneas de empaque	82
4.2.1	Desmontaje y montaje de las líneas de empaque	82
4.2.1.1	Tiempo de desmontaje y montaje	83
4.2.1.2	Costos de desmontaje y montaje	83
4.2.2	Desmontaje y montaje de la iluminación	83
4.2.2.1	Tiempo de desmontaje y montaje	84
4.2.2.2	Costos de desmontaje y montaje	84
4.3	Redistribución del área de materia prima	86
4.3.1	Desmontaje y montaje de los <i>rack</i>	87
4.3.1.1	Tiempo de desmontaje y montaje	87
4.3.1.2	Costos de desmontaje y montaje	87
4.3.2	Redistribución de la materia prima	88
4.4	Apertura de servicios sanitarios	88
4.4.1	Mantenimiento de los servicios sanitarios	89
4.4.2	Traslado de los <i>lockers</i>	89
5.	SEGUIMIENTO Y CONTROL	91
5.1	Medición de la efectividad de la distribución	91
5.1.1	Satisfacción de los operarios	91
5.1.1.1	Eficiencia	92
5.1.1.2	Productividad	93
5.1.1.3	Capacidad de utilización mensual	95
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	101
	BIBLIOGRAFÍA	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	<i>Layout</i> actual de las Instalaciones	18
2	Diagrama de Operaciones del Proceso de pegado	24
3	Diagrama de Flujo del Proceso de pegado	25
4	Diagrama de la distribución actual de la pegadora 3	27
5	Plano de la Instalación Eléctrica y Distribución de Lámparas de la Pegadora 3	28
6	Diagrama de la Pegadora 8	30
7	Diagrama de Operaciones del Proceso de Empaque	33
8	Diagrama de Flujo del Proceso de Empaque	34
9	Diagrama de la Distribución actual de las Líneas de Empaque	36
10	Plano de la Instalación Eléctrica y Distribución de Lámparas del área de Líneas de Empaque	37
11	Diagrama de Operaciones del Proceso de despacho de Materia Prima	40
12	Diagrama de Flujo del Proceso de despacho de Materia Prima	41
13	Diagrama de la Distribución del Área de Bodega de Materia Prima	42
14	Diagrama de la Distribución Propuesta	48
15	Diagrama de Parilla	53
16	Plano de la Distribución de las Lámparas	54

17	Plano de la Distribución Eléctrica	55
18	Área ocupada por oficinas y trasladada al segundo nivel	61

TABLAS

I.	Pliegos elaborados por cada prensa en los primeros 6 meses del año	44
II.	Pliegos elaborados por cada troquel en los primeros 6 meses del año	44
III.	Pliegos elaborados por cada pegadora en los primeros 6 meses del año	45
IV.	Pliegos elaborados por cada guillotina en los primeros 6 meses del año	45
V.	Pliegos elaborados por cada cortadora en los primeros 6 meses del año	46
VI.	Tabla de relaciones	52
VII.	Resumen de Costos del Traslado	90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
mts.	Metros
mts. ²	Metros cuadrados
Sr.	Senior
min.	Minutos
No.	Número
Peg.	Pegadora
Guill.	Guillotina
Cortad.	Cortadora
cm.	Centímetros
W.	Watt
hrs.	Horas
hr.	Hora
Q.	Quetzales
"	Pulgadas
KVA	Kilovatios

GLOSARIO

Alimentador	Parte de la Pegadora en donde se coloca el producto para pasar al proceso de pegado.
BOLPASA	Bolsas de Papel, S.A.
Capacidad Instalada	Nivel máximo de producción que puede llegar a tener la empresa, con relación a los recursos que dispone.
Clamp	Accesorio metálico en forma de C que es añadido al montacargas para coger bobinas de cartón.
EGP	Índice Global de Productividad
Gomero	Parte de la Pegadora que lleva la goma con que son pegadas las cajas.
Líneas de Empaque	Fila de mesas en donde se le quita la rebaba al producto terminado o en proceso, se inspecciona el producto y se empaca.

Líneas de Seguridad	Línea amarilla colocada alrededor de cada maquinaria para establecer un perímetro seguro de tránsito.
Líneas de Tránsito	Líneas amarillas que indican los pasillos por donde se puede transitar dentro de la planta.
Pegadora	Maquinaria utilizada para engomar y pegar, principalmente, los bordes de las cajas.
Polines	Vehículos transportadores que se colocan debajo del producto para que, girando, sean transportados.
Rack	Estante metálico de varios niveles, utilizado para almacenar tarimas con producto terminado, materia prima o producto fuera de inventario.
Rebaba	Porción de materia sobrante de los pliegos de cartón formada, luego de haber sido troquelados.
Recibidor	Parte de la pegadora en donde sale y se recibe el producto que ha pasado por el proceso de pegado.

Utillaje

Conjunto de útiles necesarios para una industria.

RESUMEN

La Litografía se encuentra ubicada en la 48 ave. y 3ra. Calle de la zona 7 de Mixco, dentro del área ocupada por la Litografía se encuentran ubicadas las antiguas instalaciones de la empresa BOLPASA que, por razones de rentabilidad en la producción, decidieron trasladarse, por lo que la Litografía decidió utilizar estas instalaciones para montar un nuevo centro de producción, ya que, sus actuales instalaciones no le permiten cumplir con la demanda de producción.

Las áreas distribuidas dentro de este nuevo centro de producción son 3: 1) área de pegadoras, compuesta por dos pegadoras (pegadora 3 y pegadora 8) y su respectiva área de almacenaje, 2) área de líneas de empaque, conformada por tres líneas de empaque y su área de almacenaje y 3) área de Bodega de Materia Prima con un área compuesta por dos *rack* para almacenar producto fuera de inventario.

La distribución se realizó atendiendo a los 5 principios con los que debe contar una distribución en planta, además de realizar un análisis a la distribución propuesta, de los 8 factores que afectan a las distribuciones. El razonamiento de cada uno de los aspectos descritos anteriormente demostró, en forma teórica, la eficiencia de la distribución propuesta. Con esta propuesta se logró incrementar la capacidad de producción pasando de 353, 850,000 a 365, 010,000 pliegos al mes, lo que permite cumplir con la demanda actual.

El costo total por la apertura del nuevo centro de producción es de Q. 48,011.51, este monto incluye: el montaje y desmontaje de las pegadoras, sus respectivas líneas de iluminación y la acometida eléctrica para ambas, montaje y desmontaje de las líneas de empaque y de sus respectivas líneas de iluminación y el montaje y desmontaje de los *rack*.

La demostración, en la práctica, de la eficiencia de la distribución se demostró en el primer mes de producción con el cálculo de la eficiencia, productividad y capacidad de utilización mensual. Para el caso de la eficiencia, se utilizó la velocidad de operación como indicador de este parámetro, siendo los resultados para la pegadora 3 de 8,493.79 pliegos/hora (7,500 – 9000) para la pegadora 8 de 11,631.08 pliegos/hora (10,000 – 15,000) y para las líneas de empaque de 41.51 corrugados/hora. Para la determinación de la productividad se utilizó el EGP cuyo máximo valor es de 0.4, para la pegadora 3 el EGP fue de 0.3886, para la pegadora 8 de 0.2554, para el caso de las líneas de empaque no es aplicable el EGP por lo que la productividad se calculó Obtenido/Invertido siendo el resultado de 10.51. la capacidad de utilización mensual solo es aplicable para las dos pegadoras los datos son: para la pegadora 3 de 54.36% y para la pegadora 8 de 45.02%

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Diseñar una distribución en planta para la apertura de una nueva nave de producción en una empresa Litográfica.

- **ESPECÍFICOS**

1. Establecer los aspectos básicos que se deben tomar en cuenta para realizar una distribución en planta y hacer una descripción general de las áreas involucradas en esta distribución.
2. Determinar la situación actual, en cuanto a distribución, de las tres diferentes áreas que funcionarán en la nueva nave de producción, para poder tomar en cuenta ciertos aspectos que serán necesarios en su nueva distribución.
3. Analizar la capacidad instalada de la empresa como un aspecto que justifique la apertura de la nueva nave de producción.
4. Plantear la distribución en planta de las tres áreas realizando un análisis de los principales aspectos con que debe cumplir una distribución en planta.

5. Justificar la propuesta de la distribución en planta a través de la realización de otros diagramas que demuestren la efectividad que tendrá el proceso bajo las condiciones propuestas.
6. Determinar los procedimientos necesarios para la aplicación de esta propuesta, considerando, a su vez, el tiempo y los gastos en que se incurrirá en cada uno de ellos.
7. Medir el grado de alcance, de los objetivos de una distribución, por medio del cálculo de la productividad, eficiencia de los operarios y la capacidad de utilización mensual.

INTRODUCCIÓN

Los beneficios que se generan con una óptima distribución en planta, muchas veces pasan desapercibidos, no obstante, al contar con la mejor distribución se logra mejorar la comodidad en el trabajo, incrementar la producción, reducción del material en proceso, etc. En resumen, lo que se persigue con una adecuada distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, la cual sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo, sea la más segura y satisfactoria para los empleados.

La intención de este trabajo es demostrar que tras un adecuado estudio de los diferentes aspectos que influyen en una distribución en planta se puede llegar a una correcta planeación y aplicación de la misma. Para ello, primero es preciso sentar las bases teóricas que rigen las distribuciones en planta y que sirvan como guía para el desarrollo de la práctica, posteriormente, es necesario conocer, en su totalidad, las instalaciones donde se piensa llevar a cabo la distribución y los procesos que se desarrollan dentro de la empresa, aun si solamente sean unas cuantas estaciones las que se piensa distribuir, como lo es en este caso; esto permitirá determinar ciertas limitantes y libertades que puede presentar la distribución.

El siguiente paso es interrelacionar los dos aspectos descritos, anteriormente, para desarrollar una o varias propuestas de distribución en planta y evaluar cada una para escoger la más eficiente y económica, para ello, se pueden utilizar algunas herramientas de la ingeniería como son: los diagramas de relaciones, los diagramas de parilla, etc. Además de justificar la distribución de forma gráfica es necesario justificarla, teóricamente, mediante la descripción del cumplimiento de la propuesta con los diferentes aspectos que se deben considerar en una distribución en planta. Otro aspecto que debe ir de la mano con este punto es la determinación de todos los costos y actividades necesarias para cada propuesta de distribución ya que este será otro factor importante en la elección de la distribución. Una vez implementada la distribución es importante darle un seguimiento mediante la medición de la eficiencia y productividad con la que se ha desarrollado durante los últimos meses y analizar estos datos para establecer medidas correctivas si fueses necesario.

Es importante mencionar que durante el desarrollo de proyectos de este tipo siempre se encontraran obstáculos que harán más difícil el progreso del mismo, sin embargo, como futuros ingenieros debemos tener la habilidad para asimilarlos y encontrar la manera de satisfacer tanto a las personas que trabajarán en las condiciones que se proponen como a las personas responsables de realizar las erogaciones para que la propuesta se lleva a cabo, lo cual, finalmente, es el objetivo primordial de una distribución en planta.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Descripción de la empresa

La Litografía es una empresa industrial líder, dedicada al diseño, fabricación y comercialización de cajas plegadizas de cartón, etiquetas de papel, impresos comerciales y promocionales.

El crecimiento y actualización tecnológica de la empresa se ha logrado gracias a que las más importantes empresas del área le confían la fabricación de sus empaques.

Actualmente la proporción de ventas es de un 70% nacional y un 30% hacia diversos mercados internacionales, para el efecto se procesan más de 80 millones de pliegos de cartón anualmente.

Actualmente laboran 283 personas en tres turnos de trabajo. En el año 2003 la Litografía tuvo la responsabilidad de imprimir las boletas para las elecciones presidenciales de la República de Guatemala, trabajo que fue adjudicado por su trayectoria y prestigio reconocido en la región.

1.1.1 Historia de la empresa

La Litografía fue fundada el 8 de febrero de 1926. Estuvo ubicada en la 9na. calle 10-23 Zona 1.

En 1930 la empresa cambió de razón social, nombre con el cual operó hasta 1952, año en que falleció su fundador, asumiendo la dirección su hijo. Una vez más el nombre de la empresa sufrió un cambio. En 1970 la empresa cambia su razón social al nombre actual.

El 17 de diciembre de 1977 inauguró sus nuevas instalaciones en la 48 avenida, 3 calle de la zona 7 de Mixco, donde actualmente está la planta industrial. Este no fue un simple traslado por cuanto se renovó parte del equipo para continuar con la tradición vanguardista de la empresa y aumentar su capacidad instalada.

1.1.2 Misión

Mantener el liderazgo en Centroamérica en el negocio de cajas plegadizas y mejorar continuamente nuestra competitividad en el mercado mundial con una organización ágil, orientada hacia la rentabilidad y satisfacción del cliente.

Para lograrlo debemos ofrecer:

A Nuestros Clientes

La satisfacción total de sus necesidades, de acuerdo a los requerimientos establecidos, a través de la innovación constante en nuestros procesos, productos y servicios.

A Nuestros Proveedores

Una relación de largo plazo fundamentada en la comunicación estrecha y el trabajo en equipo.

A Nuestros Empleados

La oportunidad de un continuo desarrollo personal, en un ambiente participativo, saludable y seguro.

A Los Accionistas

Un constante aumento de su patrimonio.

A Nuestra Comunidad

El compromiso de ser buenos ciudadanos y de contribuir a mejorar la calidad de vida de los guatemaltecos.

Nuestra Misión, entonces será alcanzada a través de la integridad en todos los negocios que hacemos, tanto interno como externo, los cuales deben fundamentarse sobre una base de equidad, confianza y cooperación mutua.

1.1.3 Visión

Ser una corporación líder en todo tipo de empaque en Centroamérica.

1.1.4 Procesos

En la actualidad la empresa cuenta con capacidad para realizar los procesos siguientes: Diseño Gráfico, Diseño Estructural, Impresión *Offset* Multicolor, Barnizado Acuoso, Barnizado Ultra Violeta, Troquelado, Realzado, Estampado, Pegado y Guillotinado sobre cartones y papeles de fibra virgen, reciclados, recubiertos de polietileno y metalizados.

1.2 Aspectos a tomar en cuenta en una distribución en planta

1.2.1 Definición

Cuando se usa el término distribución en planta, se alude a veces a la disposición física ya existente, otras veces a una distribución proyectada, frecuentemente al área de estudio ó al trabajo de realizar una distribución en planta. Sin importar el fin para el cual se utilice este término, 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 actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.

La distribución en planta tiene dos intereses, un interés económico con el que persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer el cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas; y un interés social con el que persigue darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente. Por medio de la adecuada distribución en planta se consigue el mejor funcionamiento de las instalaciones. 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 costo de fabricación.

1.2.2 Objetivos

Se busca hallar la ordenación de las áreas de trabajo y el equipo, que sea la más económica, al mismo tiempo la más segura y satisfactoria para los empleados y los equipos.

Los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

1.2.2.1 Unidad

Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que funcione como una unidad de objetivos.

1.2.2.2 Circulación mínima

Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos sean óptimos lo cual genera economía de movimientos, de equipos y de espacio.

1.2.2.3 Seguridad

Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.

1.2.2.4 Flexibilidad

La distribución en planta necesita, con mayor o menor frecuencia adaptarse a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, lo que hace aconsejable la adopción de distribuciones flexibles

1.2.3 Principios

Una buena distribución en planta debe cumplir con seis principios, los que se listan a continuación:

1.2.3.1 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 mas corta.

1.2.3.2 Principio de la circulación o flujo de materiales

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución o proceso que este en el mismo orden a secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.

1.2.3.3 Principio del espacio cúbico

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.

1.2.3.4 Principio de la satisfacción y de la seguridad

A igualdad de condiciones será siempre más efectiva, la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.

1.2.3.5 Principio de la flexibilidad

A igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

1.2.4 Factores que afectan 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. Estos factores que influyen en la Distribución en planta se dividen en ocho grupos: Materiales, Maquinaria, Hombre, Movimiento, Espera, Servicio, Edificio y Cambio; los cuales presentan diversas características y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta en el momento de llevar a cabo una distribución en planta.

1.2.4.1 Materiales

El factor más importante en una distribución es el material. El objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que se logre cambiar su forma o características. Esto es lo que da el producto. Por esta razón la distribución de los elementos de producción depende del producto que se desee y el material sobre el que se trabaje.

Las consideraciones que afectan el factor material son: el Proyecto y las especificaciones del producto, las características físicas y químicas, condición del material (fluido o sólido, duro o blando, flexible o rígido), la cantidad y variedad de productos o materiales, variaciones en la cantidad de producción, materiales componentes, posibilidad de mejoras.

1.2.4.2 Maquinaria

La información sobre la maquinaria (incluyendo las herramientas y equipo) es fundamental para una ordenación apropiada de la misma. Las consideraciones sobre el factor maquinaria son: Proceso ó método, tipo de maquinaria, máquinas necesarias y la capacidad de cada una, utillaje y equipo, utilización de la maquinaria, relación hombre-maquina.

1.2.4.3 Hombre

Como factor de producción, el hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria. Se le puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, entrenarle para nuevas operaciones y, generalmente, encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas.

Las consideraciones sobre el factor humano son: condiciones de trabajo y seguridad, necesidades de mano de obra, utilización del hombre, condiciones psicológicas o personales, organización y supervisión.

1.2.4.4 Movimiento

El movimiento de al menos uno, de los tres elementos básicos de la producción (material, hombres y maquinaria) es esencial para una adecuada distribución. Generalmente se trata del material (materia prima, material en proceso o productos acabados).

Muchos creen que el material que se maneje menos, es el mejor manejado. Este es un concepto equivocado por no decir falso. Fundamentalmente, el movimiento de material es una ayuda efectiva para conseguir rebajar los costos de producción, así como un más alto nivel de vida.

El movimiento de material permite que los trabajadores se especialicen, y que las operaciones se puedan dividir o fraccionar.

Las consideraciones sobre el factor movimiento son: patrón de circulación de flujo o de ruta, reducción del manejo innecesario y antieconómico, manejo combinado, guía para la distribución de pasillos, espacio para el movimiento, análisis de los métodos de manejo, equipo de manejo.

1.2.4.5 Espera

El material puede esperar en un área determinada, dispuesta aparte y destinada a contener los materiales en espera; esto se llama almacenamiento. Los materiales también pueden esperar en la misma área de producción, aguardando ser trasladados a la operación siguiente; a esto se le llama demora o espera.

Los puntos a tomar en cuenta para este factor son: situación de los puntos de almacenaje o espera, espacio para cada punto de espera, precauciones y equipo para el material en espera.

1.2.4.6 Servicio

Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria. Estos servicios comprenden: servicios relativos al personal, acceso, instalaciones para uso del personal, protección contra el fuego, iluminación, calefacción y ventilación, oficinas, servicios relativos a los materiales, control de la calidad, control de producción, control de rechazos, mermas y desperdicios, servicios relativos a la maquinaria, mantenimiento, distribución de líneas de servicios auxiliares.

1.2.4.7 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. Debido a la cualidad de permanencia, el edificio crea cierta rigidez en la distribución. Los elementos o particularidades del factor edificio son: edificio especial o de uso general, edificio de uno o varios pisos, forma del edificio, sótanos o altillos, ventanas, suelos, cubiertas y techos, paredes y columnas.

1.2.4.8 Cambio

Las condiciones de trabajo siempre estarán cambiando y esos cambios afectarán a la distribución en mayor o menor grado. El cambio es una parte básica de todo concepto de mejora y su frecuencia y rapidez se va haciendo cada día mayor. Los cambios envuelven modificaciones en los elementos básicos de la producción como hombres, materiales y maquinaria, en las actividades auxiliares y en condiciones externas y uno de los cambios más serios es el de la demanda del producto, puesto que requiere un reajuste de la producción y por lo tanto, de un modo indudable, de la distribución.

1.3 Antecedentes de las instalaciones que se utilizarán para llevar a cabo la distribución.

Las Instalaciones que se usarán para llevar a cabo la distribución en planta son las mismas instalaciones donde antiguamente funcionaba la empresa BOLPASA, este edificio se encuentra dentro del área de la Litografía y por razones que mas adelante se exponen decidieron trasladarse, dejando esta infraestructura en manos de la Litografía.

1.3.1 Usos anteriores

Bolpasa inició sus operaciones en 1960 con la línea de bolsa industrial, en los segmentos de cemento y azúcar. En 1964 se incorporó la línea de bolsa para concentrados de mascotas y en 1975 se incorporó la línea de bolsas para trigo. En 1983 se agregó la línea de flexibles y la línea de bolsa comercial mayoritariamente para reparto de comidas rápidas a domicilio.

Sus últimos procesos se trabajaron en dos líneas principales, la línea comercial y la línea multicapa especial, esta última para empaque de productos varios, en los cuales la presentación y la resistencia de la bolsa son fundamentales, por ejemplo; concentrado para mascotas, fertilizantes, leche en polvo, carbón, etc. atendiendo diversos mercados en Latinoamérica.

1.3.2 Factores que motivaron al cese de operaciones

Lamentablemente para Bolpasa no resultó rentable seguir produciendo en estas instalaciones, debido a diversos factores, por lo que decidieron trasladarse y dejar a la Litografía sus instalaciones para que fueran utilizadas por ellos.

1.3.3 Razones para darle el uso actual

Actualmente la Litografía cuenta con una gran demanda de trabajo, los cuales, en los últimos meses, ha sido muy complicado poder entregarlos en tiempo, pues la capacidad instalada actual no se da abasto para procesar tantos productos.

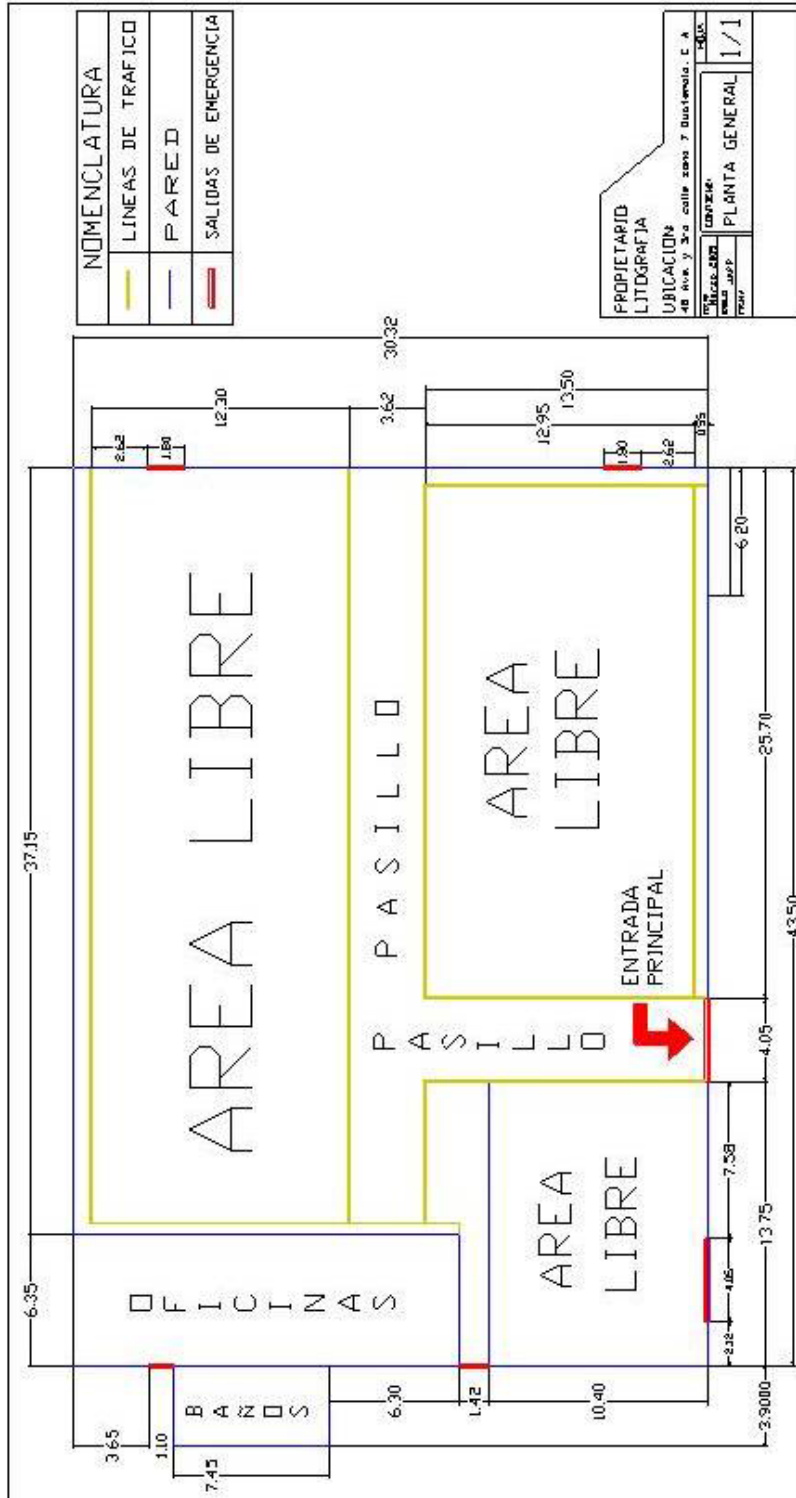
Ante esta problemática se ha decidido utilizar el edificio de Bolpasa, que cuenta con un área de 1318 mts.², como una nueva nave de producción y distribuir dentro de estas instalaciones las siguientes áreas: 1) área de pegadoras, esta compuesta por dos pegadoras, de las cuales ya se cuenta con una y la otra se adquirirá en el extranjero, además de un área destinada a almacenar producto para abastecer a cada pegadora, 2) área de líneas de empaque, conformada por tres líneas de empaque y un área para almacenar producto para empaque y producto terminado y 3) área de Bodega de Materia Prima en donde la mayor parte del área destinada a este fin se utilizará para almacenar bobinas y una pequeña área compuesta por dos *rack* en donde se almacenará producto fuera de inventario.

Con esta nueva nave de producción se aumenta la capacidad instalada de la Litografía lo cual redundará en un menor tiempo para cumplir con los pedidos y con esto poder satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

A continuación se muestra el plano de la situación actual de las instalaciones donde funcionará la nueva nave de producción.

1.3.4 Layout actual de las instalaciones

Figura 1 *Layout* actual de las Instalaciones



2. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ÁREAS INVOLUCRADAS EN LA APERTURA DE UNA NUEVA NAVE DE PRODUCCIÓN

2.1 Descripción de las áreas que se distribuirán en la nueva nave de producción.

En este capítulo se describe la forma en que actualmente se trabaja en cada una de las áreas involucradas en la distribución, la descripción que se realizará no será de la totalidad de los elementos que conforman las áreas actualmente, ya que como sucede con el área de pegadoras y líneas de empaque, no son todas las pegadoras ni todas las líneas de empaque las se trasladarán, por lo que la descripción que se efectuará será únicamente de la función que tiene actualmente cada elemento a trasladar, dentro de sus respectivas áreas .

2.1.1 Área de pegado

Actualmente la Litografía cuenta con 6 pegadoras con las cuales pueden desarrollar los diversos procesos de pegado de cajas, la pegadora 3 junto a una nueva pegadora son las dos pegadoras que se ubicarán en la nueva nave de producción. La pegadora 3 es utilizada para el pegado de una capa de papel celofán en cajas, especialmente en las cajas de cepillo de colgate, que necesiten esa lámina. La nueva pegadora será utilizada para el proceso de pegue de fondo automático. Cada pegadora es maniobrada por dos operadores uno que se ubica en el alimentador de la máquina y otro en el receptor el cual también es el encargado de empacar el producto.

2.1.2 Líneas de empaque

Esta área está conformada por siete líneas de empaque dentro de las cuales están ubicadas aproximadamente 30 personas. En las líneas de empaque el proceso que se desarrolla es el de eliminar la rebaba de los pliegos de producto que provienen del área de troqueles y el de inspeccionar que el producto este correctamente troquelado y posteriormente empacarlo y trasladarlo al área de pegado o a la bodega de producto terminado, según sea del producto que se este trabajando.

2.1.3 Bodega de materia prima

Esta área es utilizada para almacenar bobinas de cartón, tarimas de pliegos cortados, corrugados y otros suministros. La actividad que se describe en los siguientes párrafos es la del almacenaje de bobinas de cartón, por ser ésta, la que se desarrollará en la nueva nave de producción.

Dependiendo del tipo, peso, ancho, altura y otras características de las bobinas de cartón, así como del espacio disponible en el almacén, el Asociado Sr. de Almacén de MP, Repuestos y Materiales determina el tipo de estiba y almacenaje más adecuado de acuerdo a su experiencia y aspectos de seguridad.

El manejo de estas bobinas es el siguiente: a cada ingreso de bobinas se le anota la descripción, número de lote, número de rollo, peso real, descripción y número correlativo. De esta misma manera se desarrollará en la nueva nave de producción.

2.2 Área de pegado

2.2.1 Pegadora 3

La pegadora 3 ó pegadora de ventana¹ es utilizada, principalmente, para la elaboración de cajas de cepillo de colgate, las cuales llevan una abertura y esta es cubierta por una lámina de celofán, esta pegadora es la única en su tipo dentro de la Litografía, por lo que cualquier producto que necesite este proceso es asignado a esta pegadora.

2.2.1.1 Diagramas y descripción del proceso

En esta sección se describe el proceso general para realizar producto que tenga que ser procesado en la pegadora 3, es decir, desde la entrega de materia prima al área de corte hasta el almacenaje del producto terminado, detallando más la operación que la pegadora 3 realiza sobre el producto. Asimismo se muestran los diagramas de operaciones de la pegadora 3.

¹ Pegadora utilizada para adherir una lámina de papel celofán en una pequeña ventana o espacio libre que traen algunas cajas.

2.2.1.1.1 Descripción del proceso

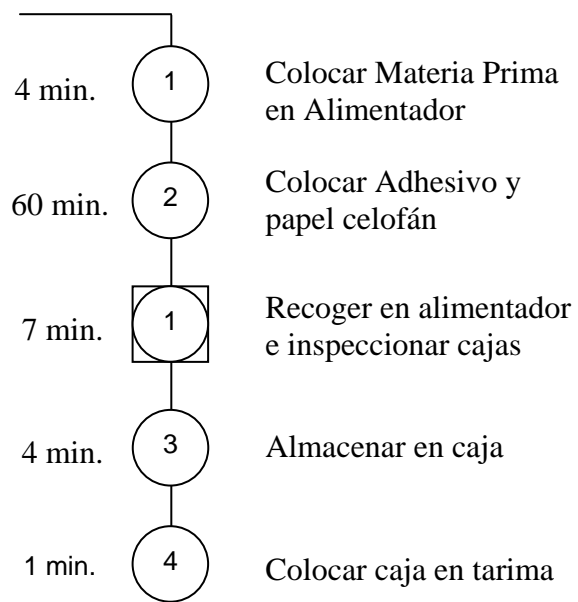
El proceso para la elaboración de cajas de cartón inicia con la elaboración del vale de materia prima, es decir, las bobinas de cartón; el cual es revisado por el encargado de esta área y traslada la cantidad de bobinas solicitadas al área de corte inicial, en esta área la bobina es cortada en pliegos y colocados en tarimas, las tarimas son trasladadas al área de guillotinas en donde se cortan las orillas de los pliegos, con el fin de aprovechar al máximo la superficie de cada uno, luego el lote de pliegos es trasladado en tarimas al área de impresión para estampar sobre los pliegos el diseño del producto, luego el producto es trasladado al área de troqueles en donde, sobre los pliegos, se marcan las líneas de doblez y corte de las cajas y también en esta área se corta un pequeño agujero en cada caja en donde irá colocado el papel celofán, luego de troquelar los pliegos, estos son trasladados a las líneas de empaque en donde se desprenden las cajas de cada pliego y se inspecciona el troquelado, las cajas individuales son empacadas en corrugados² y trasladadas al área de pegadoras, **en esta área un operario es el encargado de trasladar la tarima, de 6 cajas cada una, hacia la pegadora 3, luego el mismo operario procede a colocar la materia prima, que en nuestro caso son cajas de colgate, en el alimentador de la pegadora, esta automáticamente hala caja por caja para que se coloque el pegamento y el celofán, luego llegan al recibidor donde otro operario las recoge en lotes de 200 cajas aproximadamente, las inspecciona para revisar el pegue del celofán y las deposita en una caja; cuando la caja esta llena la coloca en la tarima y procede a llenar otra caja hasta terminar con el producto**, por ultimo el producto ya empacado es trasladado en tarimas hacia la bodega de producto terminado y almacenado en *racks*.

²Cajas con producto

2.2.1.1.2 Diagrama de operaciones del proceso

Figura 2 Diagrama de Operaciones del Proceso de pegado

Empresa: Litografía	Hoja: 1/1
Analista: José Ángel Ramírez	Actividad: Pegado de 8000 cajas de colgate
Método: Actual	Fecha: 03/03/2005
Inicio: Alimentador	Termina en: Tarima

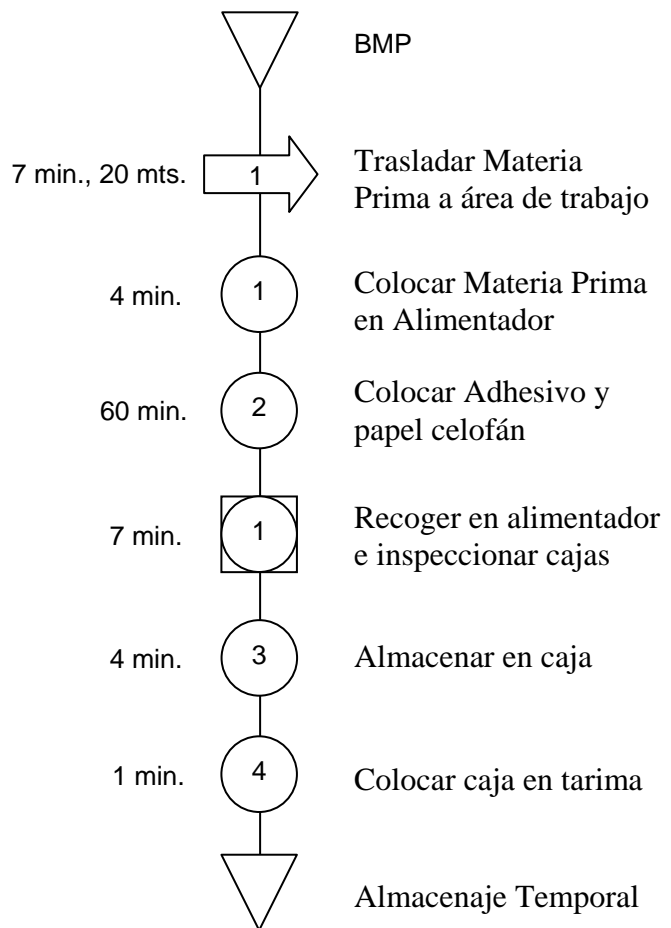


RESUMEN			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min.)
○	Operación	4	69
◻○	Inspección-Operación	1	7

2.2.1.1.3 Diagrama de flujo del proceso



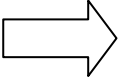
Figura 3 Diagrama de Flujo del Proceso de pegado

Empresa: Litografía	Hoja: 1/2
Analista: José Ángel Ramírez	Actividad: Pegado de 8000 cajas de colgate
Método: Actual	Fecha: 03/03/2005
Inicio: Bodega (Líneas de Empaque)	Termina en: Almacenaje Temporal



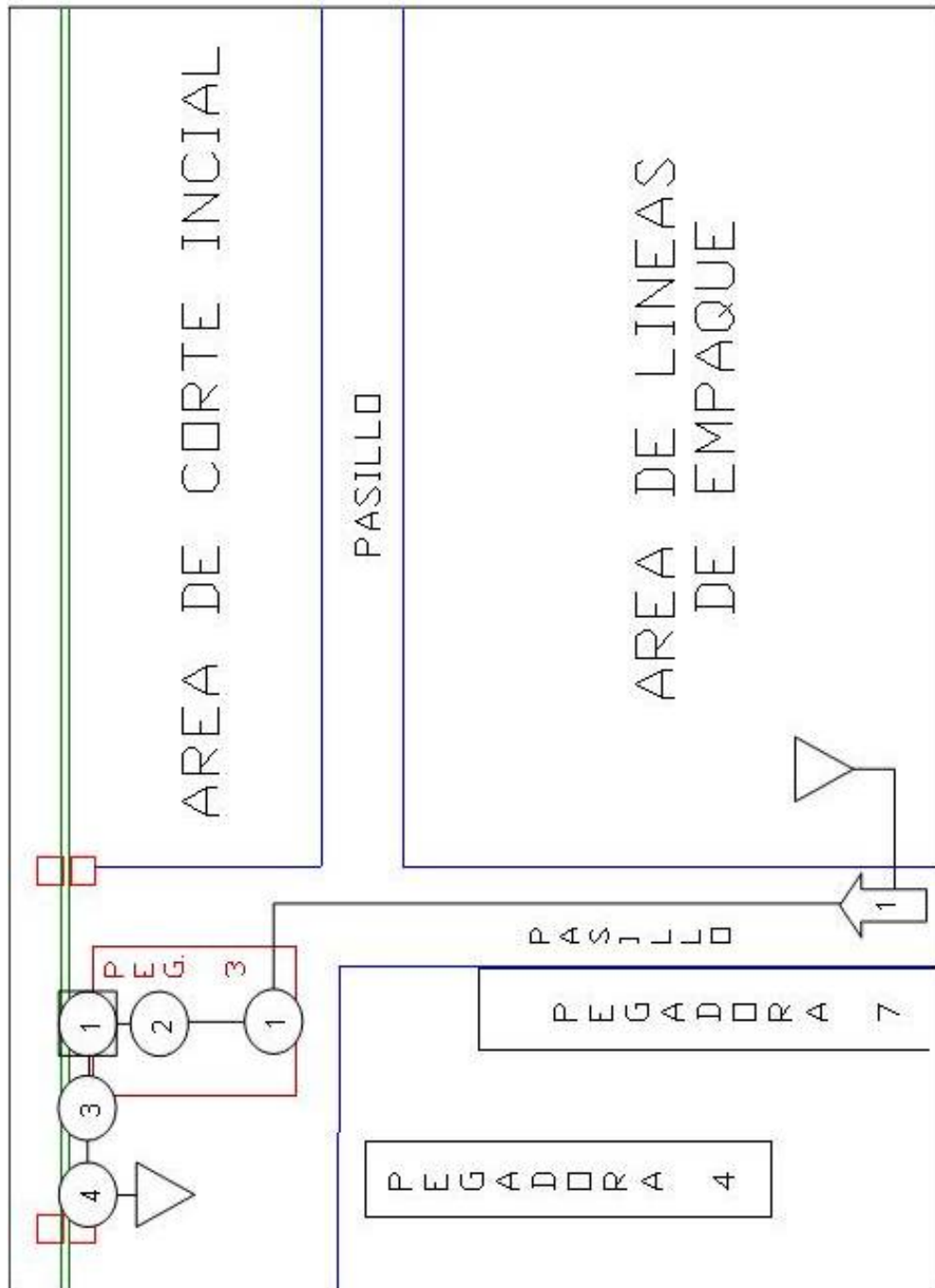
Empresa: Litografía
Analista: José Ángel Ramírez
Método: Actual
Inicio: Bodega (Líneas de Empaque)

Hoja: 2/2
Actividad: Pegado de 8000 cajas de colgate
Fecha: 03/03/2005
Termina en: Almacenaje Temporal

RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)
	Operación	4	69	
	Inspección-Operación	1	7	
	Transporte	1	7	20

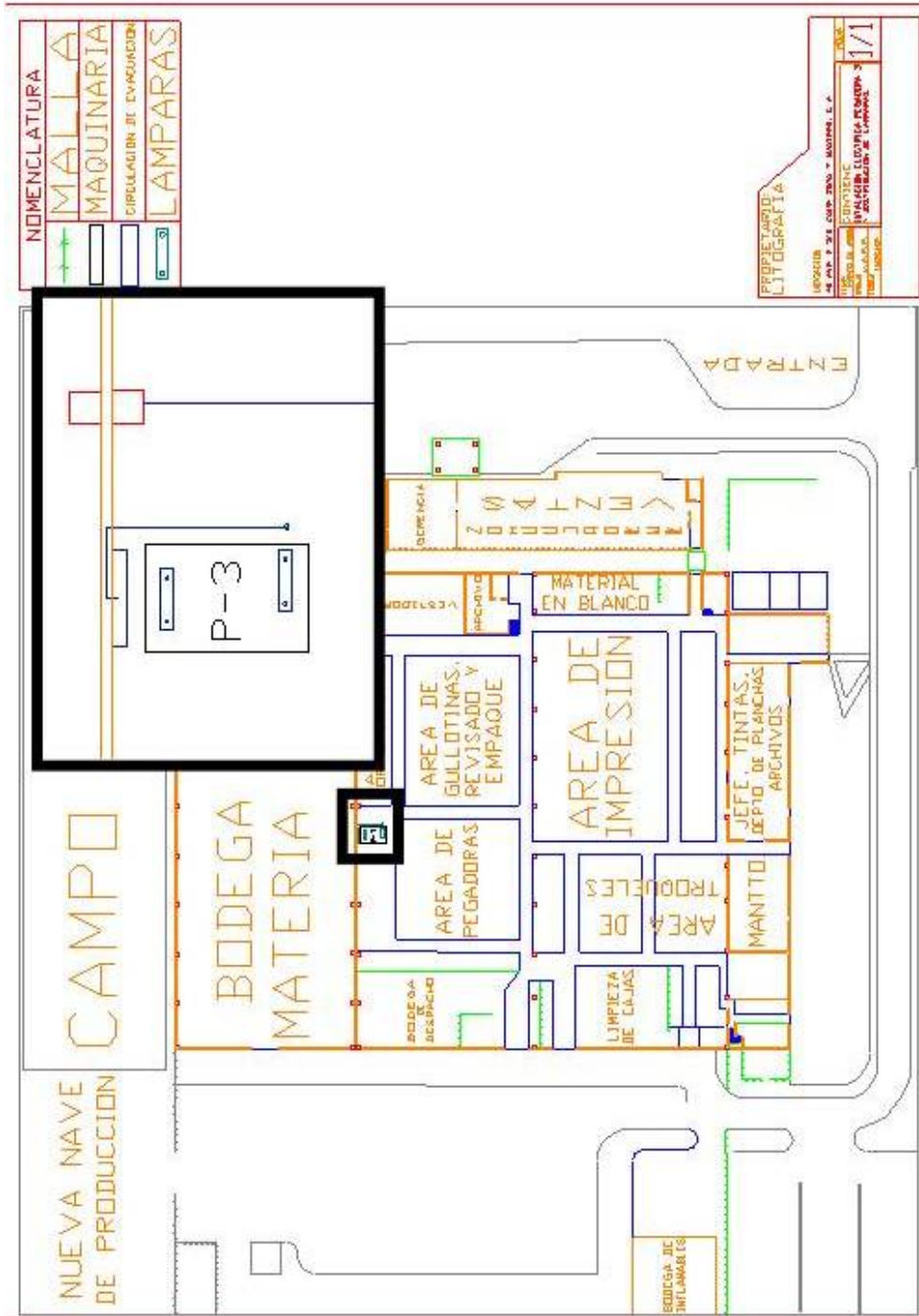
2.2.1.1.4 Diagrama de la distribución actual de la Pegadora 3

Figura 4 Diagrama de la Distribución Actual de la Pegadora 3



2.2.1.1.5 Plano de la instalación eléctrica y distribución de lámparas de la Pegadora 3

Figura 5 Plano de la Instalación Eléctrica y Distribución de Lámparas de la Pegadora 3



2.2.1.2 Ritmo de producción actual

Actualmente la pegadora 3 trabaja a una velocidad de 8000 cajas por hora.

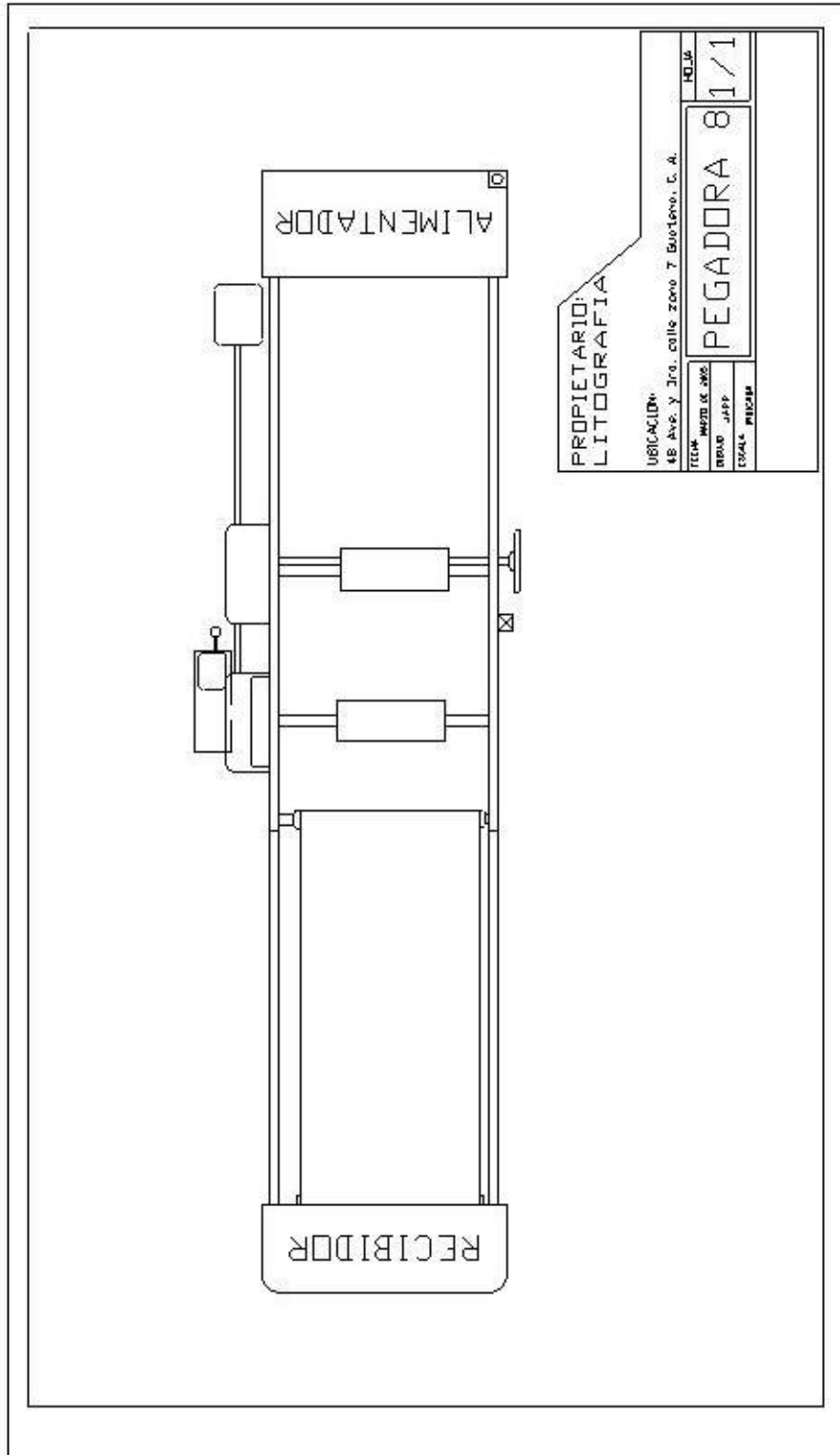
2.2.2 Pegadora 8

2.2.2.1 Descripción del proceso para el cual será utilizada la Pegadora 8

El proceso para el cual será utilizada la pegadora 8 es para el proceso de pegue del fondo automático y pegues laterales.

2.2.2.2 Diagrama de la Pegadora 8

Figura 6 Diagrama de la Pegadora 8



2.2.2.3 Capacidad de producción esperada

La capacidad de producción es de aproximadamente 11, 160,000.00 pliegos al mes, de acuerdo a las especificaciones de la máquina.

2.3 Líneas de empaque

Las líneas de empaque que se trasladarán a la nueva nave de producción son tres, con un total de 16 personas en las tres líneas. El funcionamiento de estas tres líneas es el que se describe en los siguientes puntos.

2.3.1 Diagramas y descripción del proceso

En esta sección se describe el proceso que se realiza en las líneas de empaque sobre el producto que se este trabajando, así como se muestran los diagramas de operaciones.

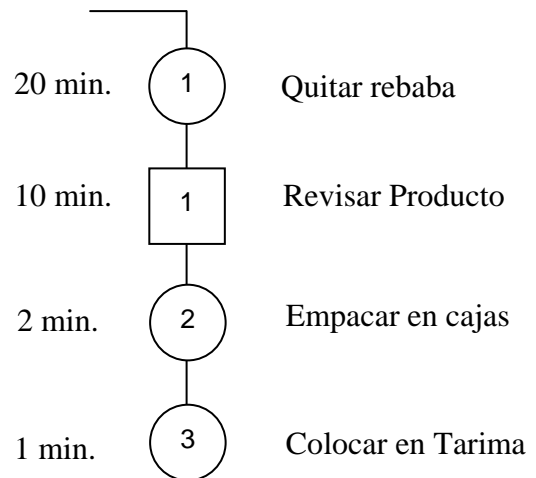
2.3.1.1 Descripción del proceso

El proceso es el siguiente: Una persona se dirige hacia el área de troqueles, donde existe un área de almacenaje temporal, para ir a recoger la materia prima para la línea de empaque, luego de tener la materia prima en el área de trabajo cada una de las personas que conforman la línea de empaque se dedica a trabajar un corrugado, el trabajo consiste en lo siguiente: colocan el material sobre la mesa para quitarle la rebaba o el desperdicio que fue marcado en el área de troqueles, luego inspeccionan el material para verificar que no quede ningún tipo de desperdicio, empacan el producto terminado, lo colocan en la tarima y empiezan a procesar el siguiente corrugado.

2.3.1.2 Diagrama de operaciones del proceso

Figura 7 Diagrama de Operaciones del Proceso de Empaque

Empresa: Litografía	Hoja: 1/1
Analista: José Ángel Ramírez	Actividad: Elaboración de 1 corrugado de 8 cubos
Método: Actual	Fecha: 10/03/2005
Inicio: Mesa de Trabajo	Termina en: Tarima

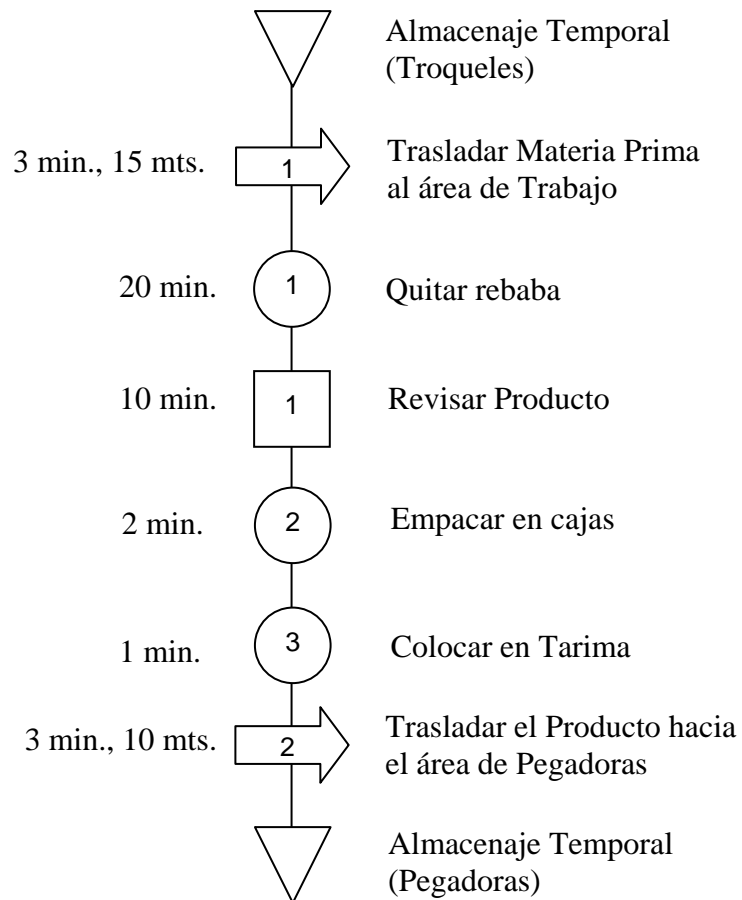


RESUMEN			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min.)
○	Operación	3	23
□	Inspección	1	10



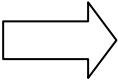
2.3.1.3 Diagrama de flujo del proceso

Figura 8 Diagrama de Flujo del Proceso de Empaque

Empresa: Litografía	Hoja: 1/2
Analista: José Ángel Ramírez	Actividad: Elaboración de 1 corrugado de 8 cubos
Método: Actual	Fecha: 10/03/2005
Inicio: Mesa de Trabajo	Termina en: Tarima

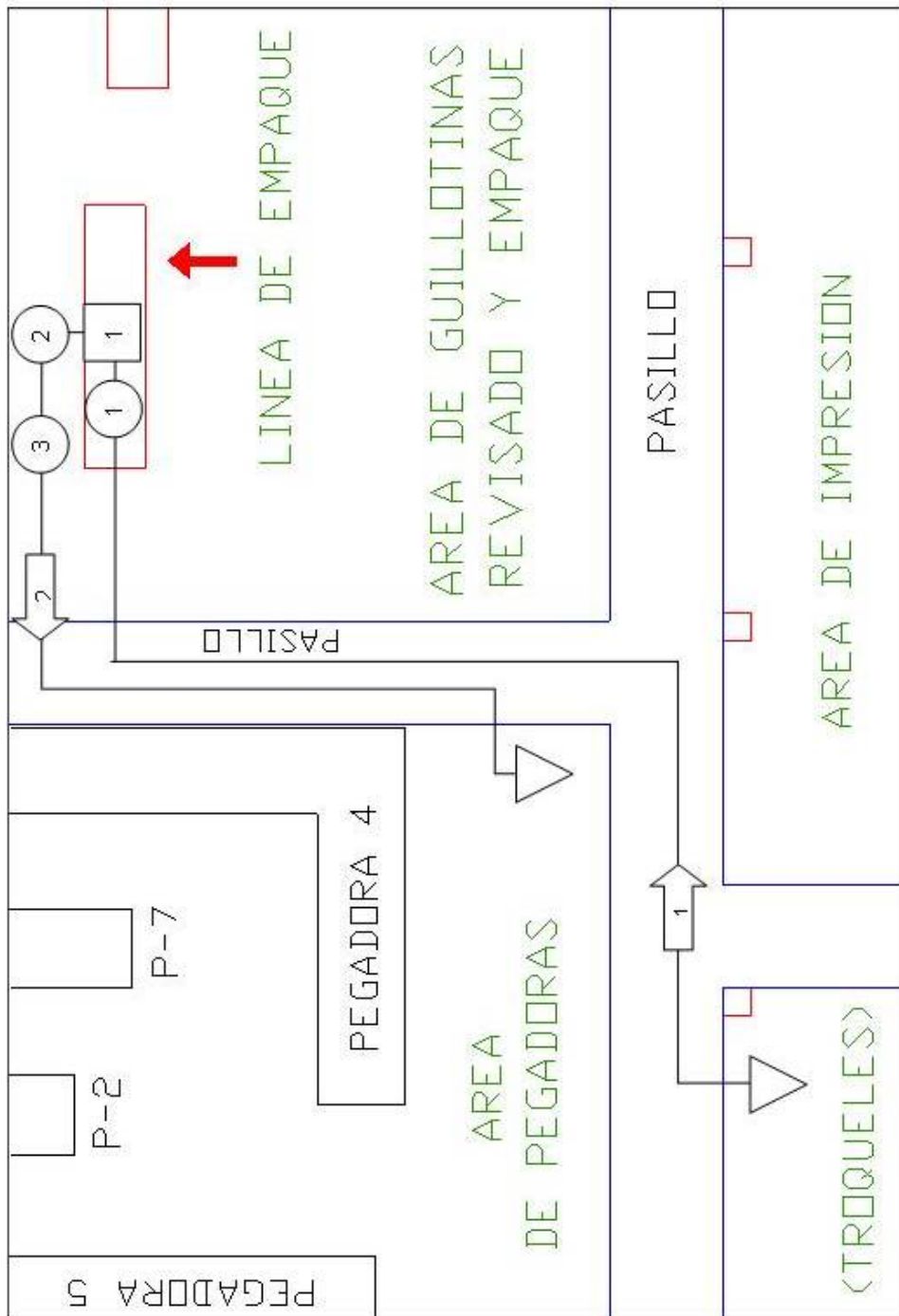


Empresa: Litografía	Hoja: 2/2
Analista: José Ángel Ramírez	Actividad: Elaboración de 1 corrugado de 8 cubos
Método: Actual	Fecha: 10/03/2005
Inicio: Mesa de Trabajo	Termina en: Tarima

RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)
	Operación	3	23	
	Inspección	1	10	
	Transporte	2	6	25

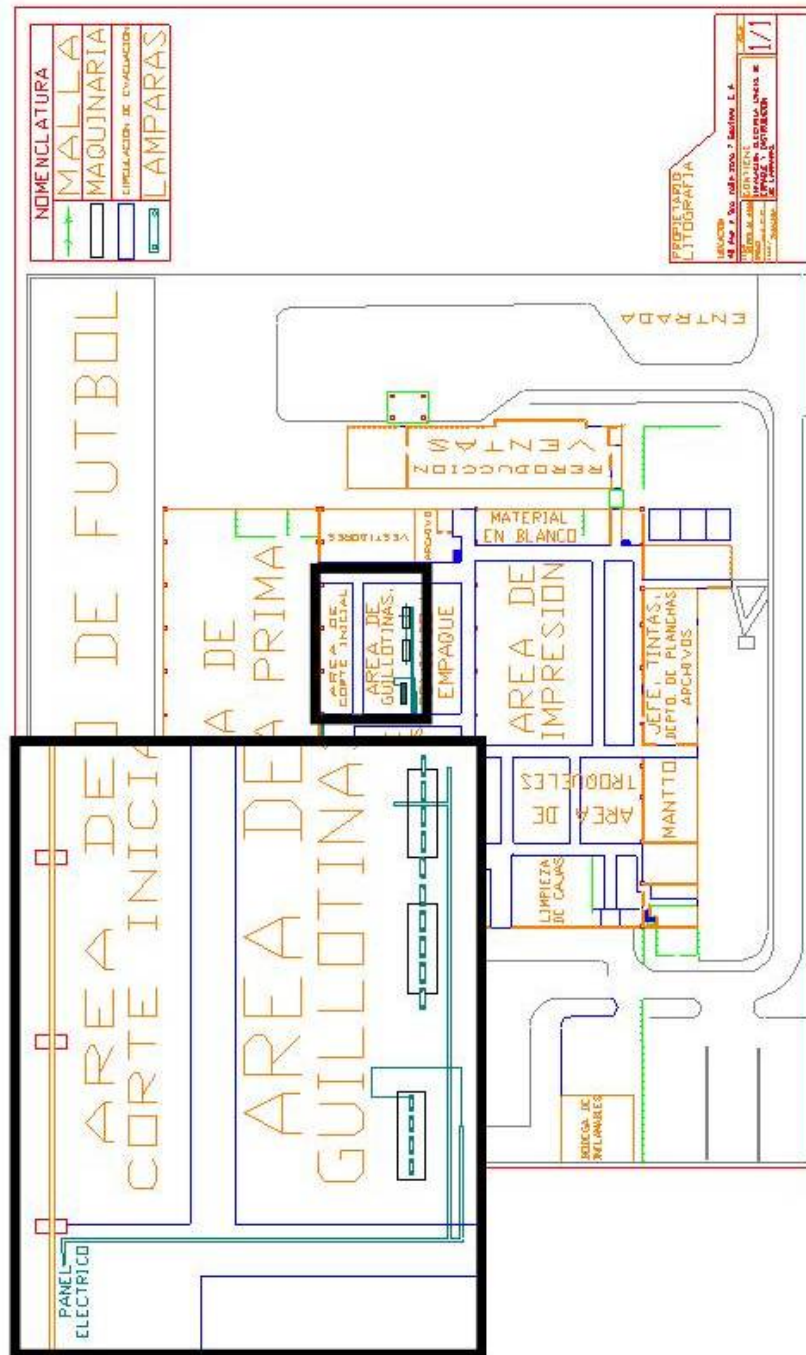
2.3.1.4 Diagrama de la distribución actual de las líneas de empaque

Figura 9 Diagrama de la Distribución Actual de las Líneas de Empaque



2.3.1.5 Plano de la instalación eléctrica y distribución de lámparas del área de líneas de empaque

Figura 10 Plano de la Instalación Eléctrica y Distribución de Lámparas del área de Líneas de Empaque



2.3.2 Ritmo de producción actual

Las 16 personas que trabajan actualmente en las líneas que se trasladarán producen aproximadamente 200 corrugados en un turno de 8 horas.

2.4 Bodega de materia prima

En esta Bodega se almacenan bobinas de cartón, producto terminado, bobinas que ya han sido procesadas en la cortadora y cajas de cartón ó corrugados, además cuentan con un área para bodega de repuestos y otra como bodega de suministros.

2.4.1 Diagramas y descripción del proceso

En esta sección se describirá el proceso que se sigue para poder despachar una o varias bobinas, dependiendo del plan de producción, así como cada uno de los diagramas.

2.4.1.1 Descripción del proceso

El Asociado Sr. de Planificación revisa el plan de producción, en base a ese plan elabora un vale el cual es trasladado hacia la bodega de materia prima en donde el encargado de esa área lo recoge, revisa el color de cartón solicitado, el calibre y el tamaño, luego revisa la cantidad que se pide, anota el número de bobina y peso solicitado, realiza el cálculo (en base al peso) para determinar cuáles son las bobinas que entregará y por último transporta las bobinas a las cortadoras donde se lleva el proceso de corte de las bobinas.

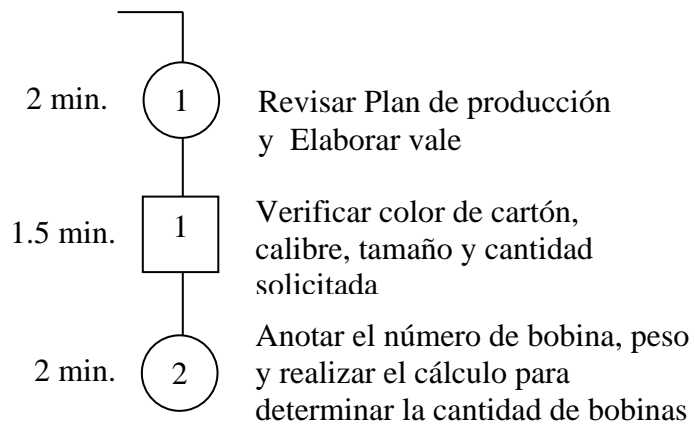
2.4.1.1.1 Sistema de control de inventarios

El sistema de inventarios que se lleva dentro de la empresa es el PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir), teniendo un inventario de 60 días.

2.4.1.2 Diagrama de operaciones del proceso

Figura 11 Diagrama de Operaciones del Proceso de Despacho de Materia Prima

Empresa: Litografía	Hoja: 1/1
Analista: José Ángel Ramírez	Actividad: Despacho de Materia Prima (Bobinas)
Método: Actual	Fecha: 10/03/2005
Inicio: Elaboración del Vale	Termina en: Bodega de Materia Prima

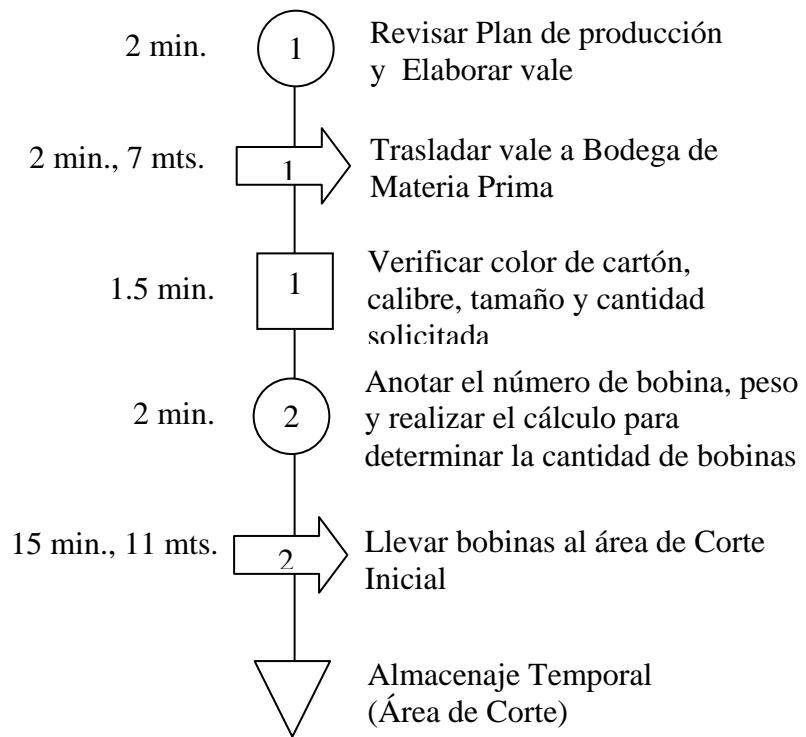


RESUMEN			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min.)
○	Operación	2	4
□	Inspección	1	1.5

2.4.1.3 Diagrama de flujo del proceso

Figura 12 Diagrama de Flujo del Proceso de Despacho de Materia Prima

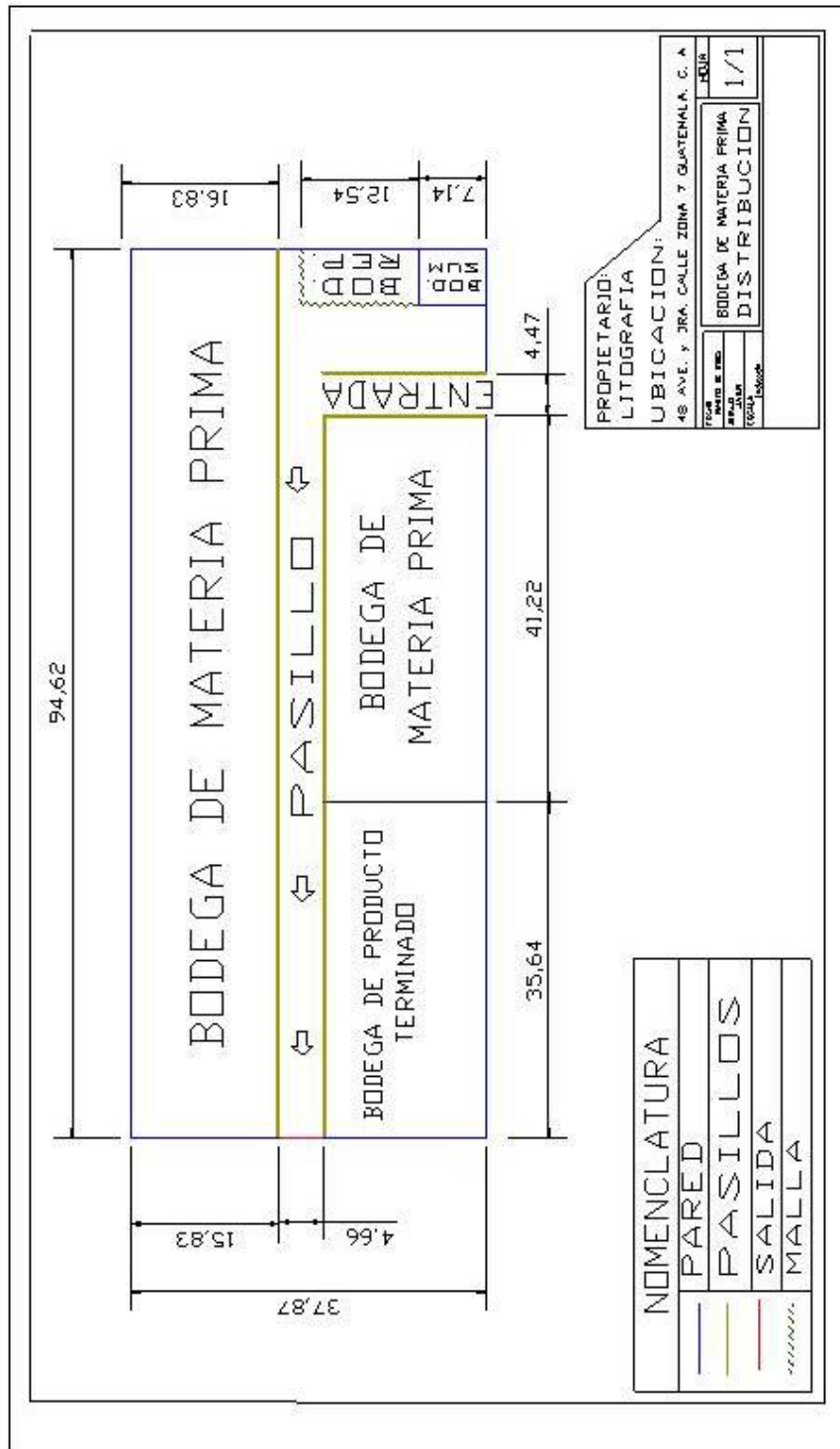
Empresa: Litografía	Hoja: 1/1
Analista: José Ángel Ramírez	Actividad: Despacho de Materia Prima (Bobinas)
Método: Actual	Fecha: 10/03/2005
Inicio: Elaboración del Vale	Termina en: Almacenaje Temporal (Cortadora)



RESUMEN				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)
○	Operación	2	4	
□	Inspección	1	1.5	
→	Transporte	2	17	18

2.4.1.4 Diagrama de la distribución del área de bodega de materia prima

Figura 13 Diagrama de la Distribución del Área de Bodega de Materia Prima



2.5 Aspectos que influyeron para considerar la apertura de una nueva nave de producción

La principal causa para considerar la apertura de una nueva nave de producción es que el nivel de producción con el que actualmente cuenta la Litografía les impide cumplir con la demanda de productos, es por eso que, para tener una visión más amplia de la capacidad de producción con que cuenta actualmente la empresa, se presenta la siguiente información.

2.5.1 Análisis de la capacidad instalada

La capacidad instalada se refiere al nivel máximo de producción que puede llegar a tener la empresa, con relación a los recursos que dispone. La determinación de la capacidad instalada permitirá hacer una planeación efectiva de los pedidos, aunque también la demanda pudiera determinar la capacidad, tomando en cuenta los recursos económicos disponibles. Además de dar una visión a futuro de las posibilidades de crecimiento del negocio. A continuación se presenta la capacidad instalada de cada departamento dentro de la Litografía, así como el nivel de producción (cantidad de pliegos³) al que ha trabajado cada departamento durante los últimos 6 meses del año.

³Datos en miles de pliegos

PRENSAS

Tabla I Pliegos elaborados por cada prensa en los primero 6 meses del año

Año 2005	Prensa 1	Prensa 2	Prensa 3	Prensa 5	Prensa 6	Total
Enero	931.4	978.0	1,417.6	1,328.3	1,214.0	5,869.4
Febrero	1,143.4	954.0	1,231.9	1,757.1	1,812.3	6,898.7
Marzo	991.5	635.6	1,335.6	1,273.0	1,386.2	5,621.9
Abril	1,574	1,131.3	1,142.8	1,676.4	1,704.7	7,229.2
Mayo	1,392.6	765.5	749.9	1,489.2	1,586.4	5,983.5
Junio	1,347.6	613.9	1,752.6	1,482.1	2,400.7	7,596.8
	7,380.5	5,078.3	7,630.4	9,006.1	10,104.40	

Total de Pliegos 34,121.40 (Sin Prensa 2)

Capacidad Instalada 40,350.00

TROQUELES

Tabla II Pliegos elaborados por cada troquel en los primero 6 meses del año

Año 2005	Troquel 1	Troquel 2	Troquel 3	Troquel Bobst	Total
Enero	811.6	970.2	336.1	1,314.7	3,432.5
Febrero	1,192.3	1,018.3	338.7	1,402.4	3,951.7
Marzo	1,001.2	807.2	372.6	1,268.0	3,448.9
Abril	1,085.0	831.5	397.9	1,468.3	3,782.6
Mayo	921.8	973.3	251.5	1,316.4	3,463.0
Junio	1,101.6	1,326.0	474.1	1,849.5	4,751.3
	6113.50	5926.50	2170.9	8619.3	

Total de Pliegos 20,659.30 (Sin Troquel 3)

Capacidad Instalada 21,750.00

PEGADORAS

Tabla III Pliegos elaborados por cada pegadora en los primero 6 meses del año

Año 2005	Peg. 1	Peg. 2	Peg. 3	Peg. 4	Peg. 5	Peg. 6	Total
Ene.	6,144.67	18,807.12	2,235.3	908.07	5,795.15	16,571.82	50,462.13
Feb.	4,487.53	21,095.89	2,488.2	1,107.93	4,751.90	18,607.69	52,539.14
Mar.	4,667.86	21,671.59	1,054.8	1,668.87	2,851.76	20,616.79	52,531.67
Abr.	5,764.37	22,307.14	918.2	788.13	3,721.55	21,388.94	54,888.33
May.	3,728.60	26,516.40	1,195.05	710.7	2,795.33	25,321.35	60,267.43
Jun.	5,354.74	19,290.28	1,893.3	1,282.47	2,565.82	17,396.98	47,783.59
	30,147.77	129,688.42	9,784.85	6,466.17	22,481.51	119,903.57	

Total de Pliegos 318,472.29
Capacidad Instalada 353,850.00

GUILLOTINAS

Tabla IV Pliegos elaborados por cada guillotina en los primero 6 meses del año

Año 2005	Guill. 1	Guill. 2	Guill. 3	Guill. 4	Guill. 5	Total
Enero	1,018.5	1,180.83	961.77	737.67	1,840.93	5,739.70
Febrero	1,245.70	1,383.13	1,200.60	1,116.20	1,379.02	6,324.65
Marzo	1,152.40	1,083.77	469.35	1,211.00	912.98	4,829.50
Abril	1,552.40	1,089.99	1,127.00	1,745.80	1,278.88	6,794.07
Mayo	1,091.55	967.25	564.60	1,912.60	1,835.84	6,371.84
Junio	1,895.50	1,571.12	655.15	1,815.90	2,238.88	8,176.55
	7,956.05	7,276.09	4978.47	8,539.17	9,486.53	

Total de Pliegos 38,236.31
Capacidad Instalada 42,484.00

CORTADORAS

Tabla V Pliegos elaborados por cada cortadora en los primeros 6 meses del año

Año 2005	Cortad. 1	Cortad. 2	Total
Enero	2,580.73	915.70	3,496.43
Febrero	2,561.00	476.65	3,037.65
Marzo	1,837.60	533.05	2,370.65
Abril	2,809.25	925.52	3,734.77
Mayo	2,678.05	517.80	3,195.85
Junio	3,734.30	1,168.36	4,902.66
	16,200.93	4,537.08	

Total de Pliegos 20,738.01

Capacidad Instalada 23,000.00

3. SITUACIÓN PROPUESTA DE UNA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA APERTURA DE UNA NUEVA NAVE DE PRODUCCIÓN

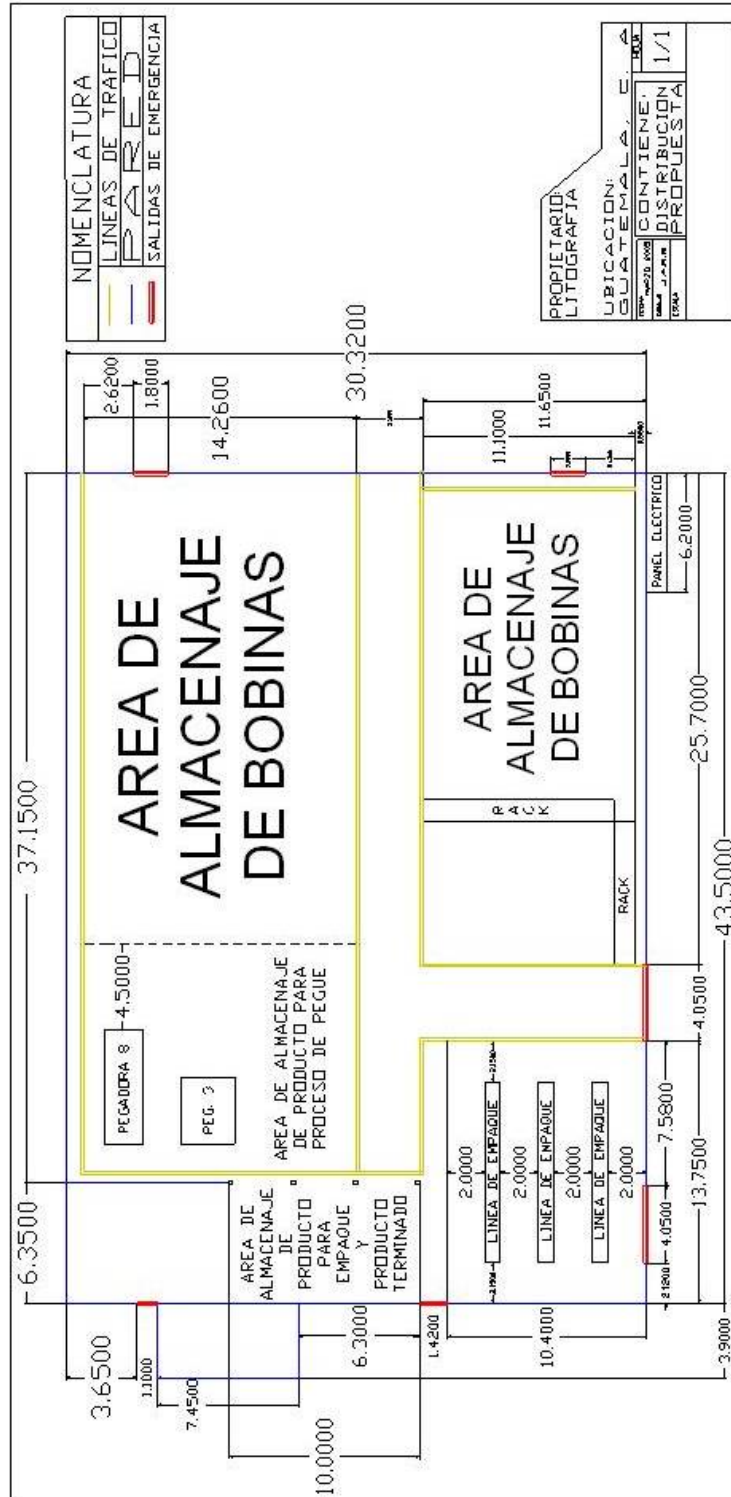
3.1 Propuesta de la distribución en Planta

En esta sección se describe la distribución propuesta de cada una de las áreas que integran la nueva nave de producción, para poder llegar a este modelo se analizó los principales aspectos y factores que afectan una distribución en planta, así como algunas normas presentes dentro de la Litografía, principalmente normas de seguridad industrial. Por tratarse de una Litografía el tipo de distribución que utilizan es por proceso y en esta nueva nave de producción se respetará este tipo de distribución adoptada por la empresa.

El área total donde se distribuyó cada estación es de 1,319 mts.², cuenta con 6 salidas de emergencia, el interior está señalizado por las líneas de tránsito, definiendo perfectamente cada uno de los pasillos por donde se puede transitar, tanto para el personal como para cualquier maquinaria que necesite circular dentro de la nave.

3.1.1 Diagrama de la distribución propuesta

Figura 14 Diagrama de la distribución propuesta



3.1.1.1 Distribución de las diferentes áreas

A continuación se describe la forma de distribución de cada una de las áreas que componen esta nueva nave de producción y se mencionan algunos factores que fueron determinantes para ubicar cada estación en el área que se presenta en la Figura 14, un análisis más profundo de la distribución en conjunto se hará en la sección 3.2.

3.1.1.1.1 Área de pegadoras

Esta área tiene una superficie de 169.58 mts.², la cual incluye el área para cada estación de trabajo y el área para colocar producto para el proceso de pegado. Entre pegadoras existe una distancia de 2 mts. Esta distancia incluye los 60 cm. de distancia entre pegadora y la línea de seguridad así como el pasillo. Cada pegadora está separada de la línea de tránsito una distancia de 1.40 mts. esta distancia les permite trabajar sin ninguna dificultad a cada operador de las pegadoras.

En el otro extremo de las pegadoras se encuentra el área de Bodega de Materia Prima, la cual está separada 4.5 mts de la pegadora más larga (Pegadora 8) con el objeto de mantener al operario de la pegadora fuera de peligro ante cualquier eventualidad que se pueda presentar con las bobinas y también esta distancia permite al montacargas girar libremente para poder colocar o alcanzar bobinas en cualquier momento.

3.1.1.1.2 Área de líneas de empaque

El área que corresponde a las líneas de empaque tiene una superficie de 143 mts.², cada línea de empaque tiene una distancia, en sus extremos, de 2.15 mts. tanto hacia la pared como hacia la entrada principal y entre líneas están separadas 2 mts., esta distancia les permite movilizarse entre las líneas con el producto a trabajar, ésta área está lo más alejada posible al área de bodega de materia prima, pues es en las líneas de empaque donde existe mas personal, y por ser el almacenaje de bobinas una sobre otra, al momento que una bobina llegara a caer existiría mayor riesgo si estas áreas fueran contiguas.

Además del área de trabajo, las líneas de empaque cuentan con un área de almacenaje de producto para empaque y producto terminado la cual tiene una superficie de 64.50 mts.², para poder habilitar esta área se debe trasladar las oficinas que actualmente funcionan ahí, hacia el segundo nivel y derribar una pared para tener libre acceso.

3.1.1.1.3 Área de bodega de materia prima

Esta área es la que mayor espacio ocupa dentro de la nueva nave de producción con una superficie de 640.43 mts², la cual esta destinada para el almacenamiento de bobinas, además se dispone de una pequeña área para almacenar producto fuera de inventario, el cual es colocado en los *Rack* que se observan en la Figura 14. Al igual que las otras áreas, ésta también está delimitada por líneas de tráfico.

3.1.2 Diagrama de Relaciones

En este punto se relaciona cada área involucrada en la distribución con todas las otras áreas por medio de un orden de cercanía deseado. En este caso el orden de cercanía será:

A = Absolutamente necesarios

E = Especialmente importante

I = Importante

O = Cercanía Ordinaria

N = No importante

X = Indeseable

Luego de definir del orden de cercanía, se realizó la relación de un área con todas las demás en un diseño tipo matriz (Áreas/Áreas), de tal manera que se puede relacionar un área con otra. Para facilitar el proceso identificaremos cada área de la siguiente manera:

Área 1 = Líneas de Empaque.

Área 2 = Almacenaje de Producto para Empaque y Producto Terminado.

Área 3 = Pegadoras

Área 4 = Almacenaje de producto para proceso de pegue

Área 5 = Bodega de Materia Prima

En cada punto de encuentro se colocó el orden de cercanía que corresponda y bajo una diagonal el código de razón. El código de razón como su nombre lo indica es una forma de establecer el criterio por el cual se asigno un orden de importancia determinado. El código de razón para este caso será el siguiente:

1 = Movimiento de Materiales

2 = Procesos relacionados

3= Peligro de Accidente

Tabla VI Tabla de Relaciones

Áreas/Áreas	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Área 1	-----	A/1	E/2	I/1	X/3
Área 2	A/1	-----	O/1	O/1	X/3
Área 3	E/2	O/1	-----	A/1	X/3
Área 4	I/1	O/1	A/1	-----	X/3
Área 5	X/3	X/3	X/3	X/3	-----

3.1.3 Diagrama de Parrilla

Este diagrama representa todas las áreas involucradas en la distribución, relacionadas mediante flechas que indican el flujo del movimiento. Para este diagrama, al igual que el anterior, identificaremos cada área con un número para facilitar el proceso.

Área 1 = Líneas de Empaque.

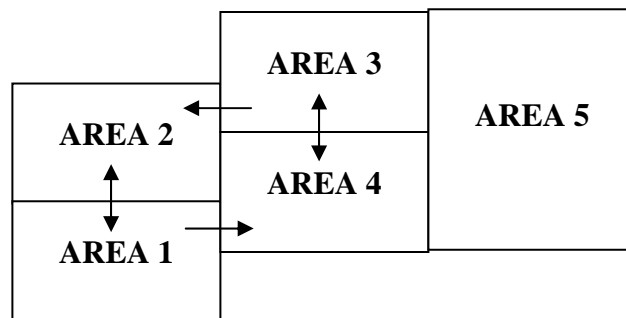
Área 2 = Almacenaje de Producto para Empaque y Producto Terminado.

Área 3 = Pegadoras

Área 4 = Almacenaje de producto para proceso de pegue

Área 5 = Bodega de Materia Prima

Figura 15 Diagrama de Parilla

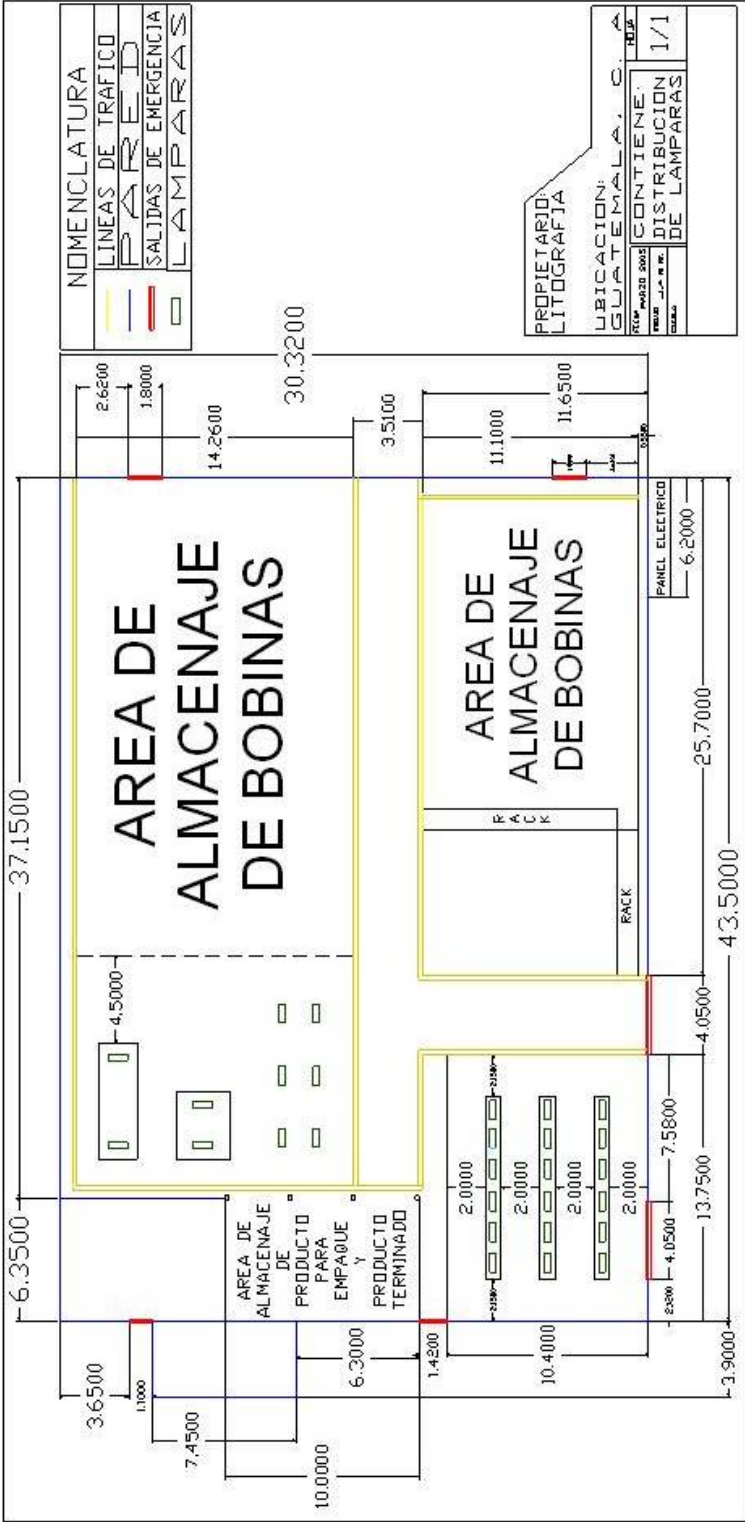


3.1.4 Iluminación de las diferentes áreas

Las únicas áreas que se iluminan son las áreas donde se encuentran las Pegadoras y las líneas de empaque, ya que el área que corresponde a la bodega de materia prima ya se encuentra iluminada y el área que servirá para almacenar el producto para empaque y producto terminado se iluminará con las lámparas que existen en las oficinas que actualmente funcionan.

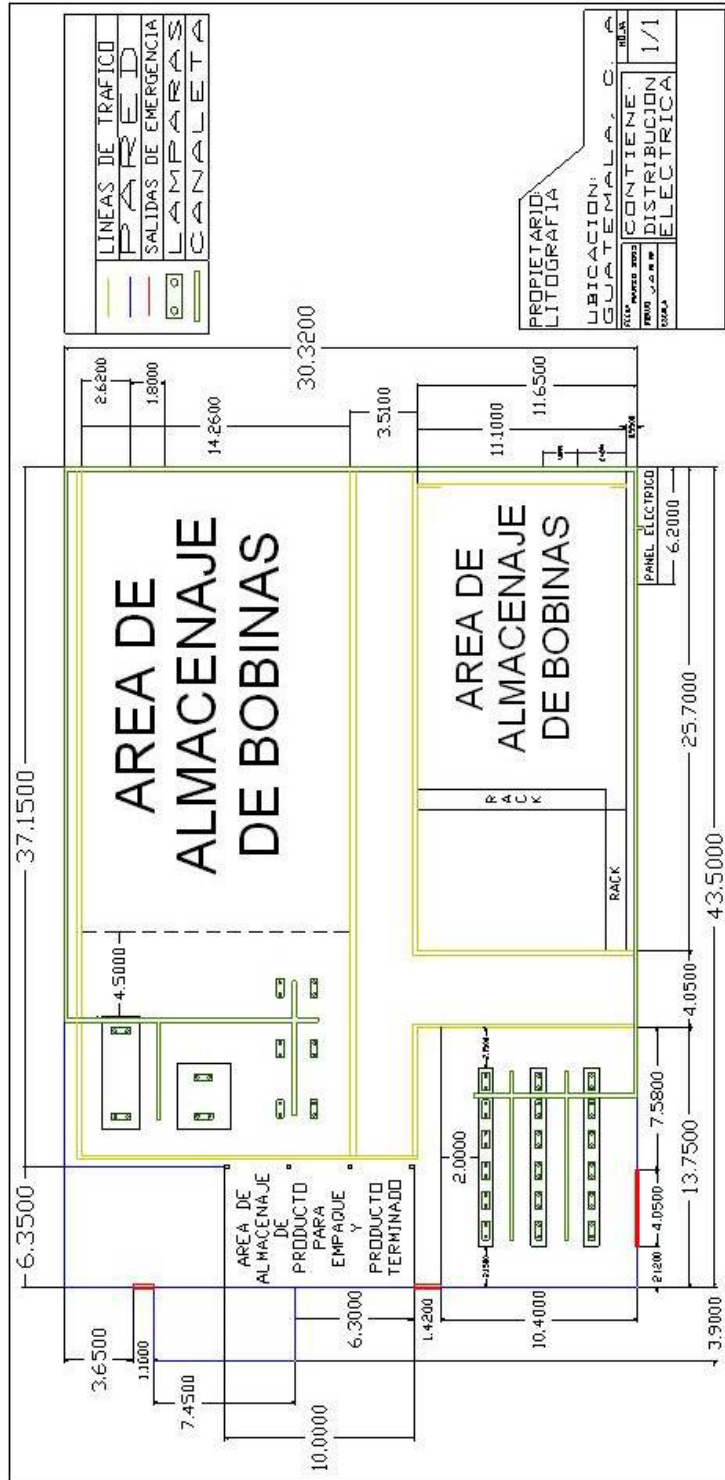
3.1.4.1 Plano de la distribución de las lámparas

Figura 16 Plano de la distribución de las lámparas



3.1.5 Plano de la distribución eléctrica

Figura 17 Plano de la distribución eléctrica



3.2 Cumplimiento de la propuesta con los principales aspectos en una distribución en planta

Una adecuada distribución en planta se evidencia por el óptimo cumplimiento de ciertos principios que afectan la eficiencia de la misma. En la distribución en planta se hace necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos. En esta sección se hace un análisis de la distribución propuesta tomando como base ciertos principios y aspectos cuyos resultados justifican la distribución planteada a la Litografía.

3.2.1 Cumplimiento de los principios

Una buena distribución debe cumplir con 5 principios, los cuales se analizan a continuación.

3.2.1.1 Principio de la mínima distancia

Este principio se refiere a que la mejor distribución es siempre la que permite que la distancia a recorrer entre operaciones sea la mas corta. Para demostrar este principio en la distribución propuesta basta con observar el plano de la distribución (Figura 14). El área de líneas de empaque solamente se conecta con su área de almacenaje de producto para empaque y producto terminado y para lograr que la distancia entre estas áreas sea mínima primero se trasladó las oficinas que funcionaban ahí hacia el segundo nivel, una vez desocupada esa área se colocó la materia prima y producto terminado de las líneas de empaque y se derribó la pared para que cada línea tenga acceso libre.

En el área de Pegadoras, para lograr cumplir con este principio lo que se hizo fue ubicar el área de almacenaje de producto para pegado, que es la única área relacionada, lo más cerca posible, al lugar donde se desarrolla el proceso de pegue, por lo que se colocó a un costado de las pegadoras para que los operadores no tengan que recorrer grandes distancias para abastecerse de materia prima.

Otro aspecto a mencionar en este punto es que las personas que abastecen de materia prima desde la planta central, tanto a las líneas de empaque como a las Pegadoras, no tienen que recorrer una gran distancia desde el área de descarga, que es la entrada principal, hasta el área de almacenaje de cada estación de trabajo. Es importante mencionar que el traslado de materia prima desde la planta central hasta el área de descarga de la nueva nave de producción se realiza por medio de camiones que se cargan en la planta central.

Para cumplir con este principio en el área de bodega de materia prima se colocó los dos bloques, que tendrán esta función, lo más cerca posibles uno de otro para que el operador del montacargas solo tenga que desplazarse dentro de un área delimitada para obtener o colocar bobinas.

3.2.1.2 Principio de la circulación o flujo de materiales

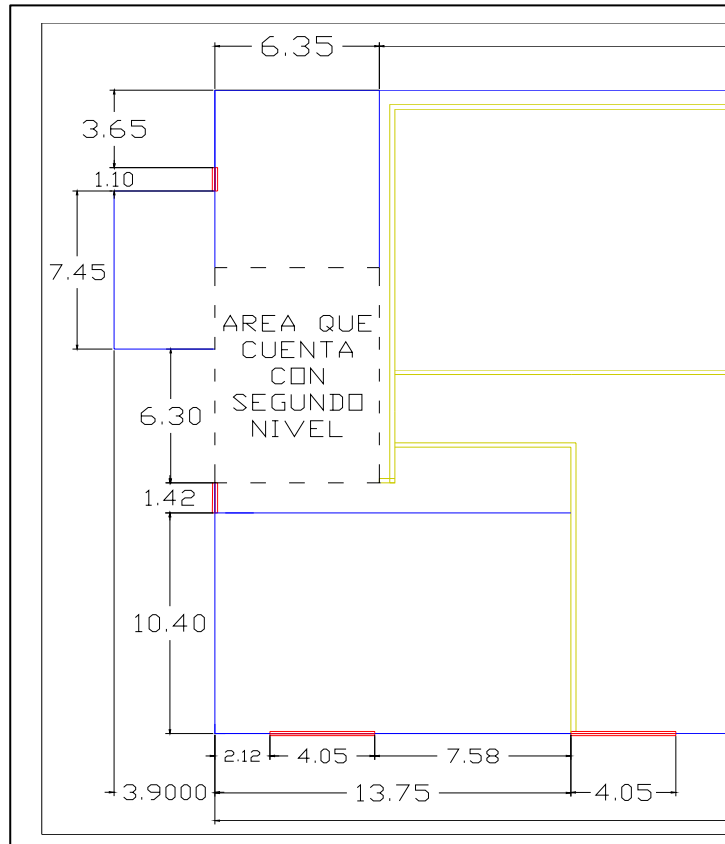
Este principio se aplica principalmente a las áreas de pegado y líneas de empaque, pues son las únicas áreas que se relacionan, sin embargo no existe ningún problema en determinar que área va antes que otra pues el flujo de materiales no es en una sola dirección, es decir, el producto no siempre va de las líneas de empaque hacia las pegadoras ni de las pegadoras a las líneas de empaque, el flujo del materiales depende de que producto se este realizando pues existen productos que primero pasan por las líneas de empaque y luego se trasladan al área de pegado o simplemente al área de almacenaje de producto terminado y existen productos que primero necesitan pasar por un proceso de pegado y luego se trasladan al área de empaque, por lo que colocar primero las líneas de empaque y luego el área de pegadoras o viceversa no representa ningún problema para el continuo flujo de materia, la distribución propuesta fue realizada de esta manera por algunos factores de seguridad que en el punto 3.2.1.4 se explican.

3.2.1.3 Principio del espacio cúbico

Para explicar el cumplimiento de la distribución propuesta con este principio es necesario explicar dos características de la distribución, la primera tiene que ver con el área de almacenaje de producto para empaque y producto terminado; se necesitaba que esta área estuviera lo más cerca posible de las líneas de empaque, sin embargo por el diseño de las instalaciones era imposible cumplir con este requisito, fue entonces que se pensó trasladar las oficinas al segundo nivel (ver figura 18) y aprovechar el área que quedaría desocupada por las oficinas para colocar el área de almacenaje de producto para empaque y producto terminado, utilizando de un modo efectivo el espacio vertical.

La siguiente característica a mencionar se presenta en el área de bodega de materia prima, como se puede observar en la Figura 14 al lado izquierdo de la entrada principal se encuentran un área delimitada por dos *Rack*, esta área es utilizada para almacenar corrugado en tarimas y producto fuera de inventario, sin embargo se necesita almacenar una gran cantidad de tarimas y no se pueden colocar en el piso una sobre otra por que de esta manera sería necesario retirar las tarimas de los lados para poder obtener una tarima del centro, si se llegara a dar el caso; para evitar este y otros inconvenientes se colocaron dos *rack* para que las tarimas sean distribuidas en los diferentes niveles de cada *rack* aprovechando así el espacio vertical que estas estructuras ofrecen.

Figura 18 Área ocupada por oficinas y trasladada al segundo nivel



3.2.1.4 Principio de la satisfacción y de la seguridad

De los cinco principios, este es el más importante pues va enfocado hacia la protección del elemento más importante de la producción, el recurso humano, para la elaboración de esta propuesta de distribución en planta también se tuvo en cuenta este tipo de factores y a continuación de describen.

El principal objetivo de esta distribución es alejar al personal que labora en las pegadoras y líneas de empaque del área de bodega de materia prima para evitar cualquier percance con el montacargas o con las bobinas, es por eso que toda el área de producción de esta nueva área está ubicada del lado izquierdo de la entrada principal y el área de bodega de materia prima del lado opuesto, para que todo el movimiento que necesitan los operadores para llevar a cabo su trabajo sea lo más seguro posible.

Otro aspecto que se relaciona con la seguridad es la señalización del lugar, como se puede ver en la figura 14 las líneas amarillas delimitan las áreas de trabajo y marcan los pasillos de tránsito, tanto para el personal como para el montacargas, además alrededor de cada pegadora se marco una línea amarilla para delimitar la distancia que debe mantenerse entre el operador y la pegadora y evitar que los operadores se lastimen al acercarse demasiado a la máquina.

Otra razón que demuestra el diseño eficiente de esta distribución es la cercanía que tiene los operadores con las salidas de emergencia, esta característica permitirá la rápida evacuación de las instalaciones en caso de presentarse un percance, además la distancia entre las bobinas y el área de producción evitará cualquier incidente que puede presentarse si en algún momento alguna de las bobinas llegara a caer.

3.2.1.5 Principio de la flexibilidad

La efectividad de esta distribución también radica en la flexibilidad a ser reordenada, por cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones.

Este principio se puede ejemplificar en el área de líneas de empaque, teniendo la posibilidad de orientar las mesas verticalmente si las circunstancias lo ameritaran. Para el área de Pegadoras también está la posibilidad de montar las pegadoras en forma vertical, o si en algún momento la pegadora 3 fuera sustituida por una de mayor dimensión, la distribución propuesta se mantendría.

Para el área de bodega de materia prima, específicamente para el área donde se encuentran ubicados los *Rack*, existe la posibilidad de agregar otro *Rack* si la situación lo amerita.

Todas las modificaciones que se mencionaron se pueden realizar sin alterar el cumplimiento de los demás principios descritos anteriormente.

3.2.2 Análisis de cada uno de los factores que afectan la distribución en planta

El examinar cada uno de los factores que afectan la distribución en planta permite tomar en cuenta detalles importantes que pueden afectar el proceso de distribución.

3.2.2.1 Materiales

Para analizar este factor lo desglosaremos en varias características, la primera será el tamaño del producto. El tamaño del producto que se trabaja en esta nave de producción es considerablemente pequeño, principalmente son cajas de cepillos de dientes, de pastas dentales, de cigarrillos, papel de regalo, cajas de fósforos, etc. por lo que almacenar gran cantidad de este tipo de producto no representa ningún problema, tomando en cuenta las dimensiones del área destinada para ese fin. La forma y peso del producto facilita su manejo y el método de almacenamiento.

Otra característica es lo inflamable de este producto, esta característica también fue tomada en cuenta para diseñar esta distribución y aunque se tomen todas las medidas de seguridad el riesgo de un siniestro nunca podrá ser eliminado en su totalidad por ello se instalaron extintores cerca de las estaciones de trabajo y gabinetes con mangueras que se conectan con la bomba de agua y si en algún momento estos medios no fueran suficientes para extinguir el incendio las salidas de emergencia están ubicadas de manera que los trabajadores pueden evacuar el área rápidamente.

3.2.2.2 Maquinaria

Este factor es exclusivo para el área de pegadoras, y para esta área se tomaron las siguientes consideraciones: para la pegadora 3 se necesita un área para poder cortar y medir el papel celofán que irá adherido a la caja, en esta área se tiene montada un pequeño aparato para esta función y también cuenta con un mueble para almacenar los rollos de celofán. Toda esta área anteriormente descrita se tomo en cuenta para distribuir la pegadora 3.

Las características de la maquinaria influyeron mucho en colocar las pegadoras en esa orientación, y es que la pegadora 3 cuenta con un gomero que es del ancho de la pegadora, y si en algún momento dicho gomero necesitara ser reparado tendría que sacarse por completo y esto generaría problemas de circulación si la maquinaria se orienta en otro sentido, es por ello que se adopto esta distribución para las pegadoras.

3.2.2.3 Hombre

En cualquier distribución debe considerarse la seguridad de los trabajadores y empleados y este caso no es la excepción. Uno de los aspectos que se considero en este factor es que el suelo se encuentre libre de obstrucciones y que no sea resbaloso, además se señalizó con líneas de tráfico para indicar las zonas seguras por las que se puede transitar y también las salidas de emergencia se señalaron en el suelo para ubicarlas con mayor facilidad.

Ningún operario se encontrará demasiado cerca de las partes móviles de la máquina (esto para el área de pegadoras) rodeando cada pegadora con una línea amarilla para indicar la distancia segura a la que se debe situar cada operario. Se procuró que ningún trabajador esté situado debajo o encima de alguna zona peligrosa, alejando lo suficiente un área de otra, esto específicamente para las áreas de pegadoras y bodega de materia prima.

Todas las salidas de emergencia, extintores, gabinetes, elementos de primeros auxilios, así como todo lo referente a la seguridad industrial están adecuadamente señalizados para poder librar cualquier percance que se presente.

Las condiciones de trabajo son las adecuadas, los trabajadores tienen luz natural y artificial, la natural se presenta a través de las láminas transparentes con que cuenta el techo y la artificial es provista por medio de 4 tubos fluorescentes de 40W. con que cuenta cada lámpara⁴, cada lámpara esta a una altura de 2.15 mts. del área de trabajo lo que permite un esparcimiento de luz sin provocar deslumbramiento, las lámparas ubicadas en las área destinadas para almacenaje se encuentran un metro más arriba. La ventilación es suficiente para mantener fresco el lugar debido a las múltiples entradas de aire con que cuenta la nave. El ruido y vibración provocada por la maquinaria es mínimo debido al tipo de proceso que se realiza.

3.2.2.4 Movimiento

El movimiento del material desde la planta central hasta la nueva nave se realiza por medio de un camión, el cual se carga, por medio de polines, con todo el material necesario para que las líneas de empaque y las pegadoras mantengan una producción constante y la bodega de materia prima mantenga su nivel. La descarga y el movimiento interno del material se realiza con el mismo equipo con que se cargó el material por ser un medio de transporte que soporta grandes cargas y posee gran movilidad.

Para cargar, descargar y transportar internamente las bobinas se utiliza un montacargas al cual se le añade un clamp para sujetar las bobinas.

⁴ Ver la Figura 16 para determinar la cantidad de lámparas por estación.

3.2.2.5 Espera

Este factor se refiere al tiempo que tiene que esperar el material en un área determinada aguardando ser trasladados a la estación de trabajo, así como al área destinada para esta espera.

El área destinada para el almacenamiento de materia prima y de producto terminado posee las dimensiones que permitirán almacenar la materia prima necesaria para mantener un flujo continuo de producción y para albergar el producto terminado en cada turno. El producto que se realice en cada turno de producción es trasladado inmediatamente a la planta central, por lo que el personal del turno siguiente no tiene ningún problema para almacenar el producto que realicen. Si en algún momento la producción de algún turno sobrepasara la capacidad de almacenamiento la medida que se tomará será aumentar el número de corrugados en cada tarima.

3.2.2.6 Servicio

En esta propuesta de distribución también se tomo en cuenta ciertos servicios que son de fundamental importancia pues contribuyen a que los procesos sean ágiles y a que los trabajadores se sientan seguros y protegidos. Uno de estos servicios son las instalaciones para uso personal que incluyen vestuarios y servicios sanitarios, la ubicación de estos servicios es en una edificación a un costado de la nave de producción, esto para delimitar una actividad de otra y no poseer ninguno de estos servicios dentro de las instalaciones. Es importante especificar que estos servicios son para uso exclusivo del personal de planta, el personal que se encuentra en las oficinas utilizará los servicios que se muestran en la figura 1.

Otro servicio que se tomo en cuenta al momento de realizar la distribución es el mantenimiento que recibirán las pegadoras, el cual por ser maquinaria pesada se realiza en el lugar de ubicación de cada pegadora⁵, este fue otro aspecto determinante en la ubicación y distribución de esta estación de trabajo.

Existen otros servicios con los que cuenta esta nueva nave de producción como la protección contra incendios, la iluminación y la calefacción y ventilación que ya se describieron en secciones anteriores por lo que no se profundizará más en el tema.

⁵ Ver sección 3.2.2.2

3.2.2.7 Edificio

El edificio influye en la distribución sobre todo si ya existe en el momento de proyectarla, como lo es en este caso, sin embargo por la forma rectangular de la construcción, sin mayores obstrucciones ni divisiones de pared y por el uso que se le dio anteriormente no representó una limitante a la libertad de la distribución, por lo tanto en esta sección nos limitaremos a describir las principales características de este edificio.

El edificio es, en su mayoría, de una sola planta, a excepción de una pequeña área⁶, esto permite mayor flexibilidad en la distribución y bajos costos en el mantenimiento. El tipo de construcción es de primera categoría lo cual lo convierte en un edificio incombustible.

El tipo de techo es de dos aguas con cubierta de lámina galvanizada. Cuenta con 30 ventanales los cuales producen una ventilación cruzada dentro del edificio. El suelo del que esta provisto el edificio es un piso de cemento que es el ideal en ambientes donde hay personas, máquinas y materiales.

⁶ Ver Figura 18

3.2.2.8 Cambio

Las condiciones de trabajo siempre estarán cambiando y cuanto más flexible sea una distribución o menos características fijas posea será más fácil adaptarla a esos cambios.

En el caso de la nueva nave de producción existe más elementos móviles que fijos, y los pocos elementos que por naturaleza son fijos (pegadoras, *rack*) no suponen inamovilidad, son fijos porque deben ser sujetados al suelo, pero esto no representa una permanencia en ese lugar, son tan móviles como las líneas de empaque o las áreas destinadas a almacenamiento de materia prima o producto terminado. Otro aspecto que demuestra la flexibilidad de la distribución es el diseño del edificio ya que cuenta con espacios amplios y despejados con pocas separaciones y un mínimo de obstrucciones. Por lo expuesto en el punto 3.2.1.5 y en el párrafo anterior, se puede asegurar la flexibilidad de la distribución y por consiguiente la adaptabilidad al cambio.

3.3 Análisis de la nueva capacidad de producción bajo las condiciones propuestas

Bajo las condiciones propuestas la capacidad instalada permanece igual en el área de líneas de empaque ya que estas líneas de empaque solo se trasladaron de la planta central hacia la nueva nave de producción sin embargo el área de pegadoras sufrió un incremento en su capacidad instalada con la adquisición de la pegadora 8. A continuación se muestran estas variaciones.

3.3.1 Pegadora 3

Como se describe en la sección 2.5.1 tabla No. 3 la capacidad instalada en el área de pegadoras es de 353, 850,000.00 y específicamente la pegadora 3 tiene una capacidad de 3, 000,000.00 pliegos al mes.

3.3.2 Pegadora 8

En la sección 2.2.2.3 se dijo que la pegadora 8, de acuerdo a especificaciones de la máquina, podría producir aproximadamente 11,160,000 pliegos al mes, siendo este valor la capacidad instalada de la misma, sin embargo la capacidad instalada global del departamento de pegadoras, que es la que nos interesa, sufre un incremento debido a esta nueva maquinaria, el nuevo valor lo obtenemos sumando los 11,160,000 al dato que se presenta como capacidad instalada del departamento de pegadoras en la tabla No. 3 que es de 353,850,000.00, por lo tanto la nueva capacidad instalada del departamento de pegadoras es de 365,010,000 pliegos.

3.3.3 Líneas de empaque

Para el caso de las líneas de empaque se calculo la capacidad de producción de las tres líneas que se trasladaron a la nueva nave de producción Según datos del diagrama de flujo de proceso de esta área una persona realiza un corrugado en 39 min. por lo que en un día una persona llega a producir aproximadamente 36 corrugados, si son 16 personas las que trabajan en estas tres líneas de empaque entonces en un día se tiene un producción de 576 corrugados, y esto multiplicado por 26 días de trabajo al mes, da un total de 14,976 corrugados al mes, siendo este último dato la capacidad de producción de esta estación de trabajo.

4. PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

4.1 Traslado de pegadoras

Dentro de esta sección se describe todo lo requerido para el traslado de las pegadoras, desde el desmontaje y montaje hasta los costos de la acometida eléctrica e iluminación, además de describir el tiempo da cada operación requerida y las personas involucradas en las mismas.

4.1.1 Desmontaje y montaje de pegadoras

En este punto se detalla todas las operaciones para desmontar las pegadoras, trasladarlas y montarlas en la nueva nave de producción, el tiempo requerido para estas operaciones, quienes las realizaron y el costo de cada una.

4.1.1.1 Pegadora 3

A continuación se describe todo lo referente al traslado de la pegadora 3.

4.1.1.1.1 Tiempo de desmontaje y montaje

El tiempo para desmontar, trasladar y montar la Pegadora 3 fue de 2 días (viernes y sábado), el procedimiento fue el siguiente: se desancló la pegadora del suelo y se deshizo la instalación eléctrica, se le colocaron unas cadenas para que el montacargas pudiera levantarla, luego de haber estabilizado la pegadora se traslado hacia la nave de producción en donde fue anclada al sitio que se muestra en la figura 14 las personas involucradas en esta operación son 6: 2 eléctricos, 3 mecánicos y la persona encargada de maniobrar el montacargas.

4.1.1.1.2 Costos de desmontaje y montaje

Los costos de mano de obra en que se incurrieron por el desmontaje, traslado y montaje de la Pegadora 3 son los generados por tener al personal, descrito en la sección anterior, en esta actividad. Los costos son:

Eléctrico 1:	12 hrs. * Q.13.86/hr. = Q.	166.32
Eléctrico 2:	12 hrs. * Q.13.86/hr. = Q.	166.32
Mecánico 1:	12 hrs. * Q.26.65/hr. = Q.	319.80
Mecánico 2:	12 hrs. * Q.13.55/hr. = Q.	162.60
Mecánico 3:	12 hrs. * Q.11.03/hr. = Q.	132.36
Montacargista:	8 hrs * Q.10.67/hr. = <u>Q.</u>	<u>85.36</u>
Total		Q. 1032.76

4.1.1.2 Pegadora 8

A continuación se describe todo lo referente al montaje de la Pegadora 8, esta pegadora solo incluye montaje por ser nueva.

4.1.1.2.1 Tiempo de montaje de la Pegadora 8

Por ser una maquinaria nueva era necesario estudiar todas las especificaciones de uso del manual de la nueva pegadora, para determinar sus condiciones de uso y de instalación, por lo que el tiempo para montar esta nueva máquina fue de 3 semanas, en esta actividad están involucradas 11 personas: 8 mecánicos, 2 eléctricos y 1 montacargista, el procedimiento para montar esta pegadora es muy similar al utilizado con la pegadora 3, con las variantes de no tener que desmontarla ni trasladarla desde la planta central hasta la nueva nave de producción, la pegadora fue descargada en el área de descarga de la nueva nave que se encuentra justo enfrente de la entrada principal, por lo que el traslado únicamente fue de esta área de descarga al sitio señalado en la figura 14.

4.1.1.2.2 Costos de montaje

Las 11 personas que estuvieron a cargo de esta actividad trabajaron en diferentes semanas, por lo que los costos se desglosaran por semana.

Semana 1:

Montacargista: 5 hrs * Q.10.67/hr. = Q. 53.35

Eléctrico 1: 48 hrs. * Q.13.86/hr. = Q. 665.28

Mecánico 1: 24 hrs. * Q.47.64/hr. = Q. 1143.36

Mecánico 2: 48 hrs. * Q.13.55/hr. = Q. 650.40

Mecánico 3: 48 hrs. * Q. 13.86/hr = Q. 665.28

Total 1 Q. 3177.67

Semana 2:

Eléctrico 2: 48 hrs. * Q.6.74/hr. = Q. 323.52

Mecánico 4: 48 hrs. * Q.13.86/hr. = Q. 665.28

Mecánico 5: 48 hrs. * Q.10.41/hr. = Q. 499.68

Mecánico 6: 48 hrs. * Q.11.03/hr. = Q. 529.44

Total 2 Q. 2017.92

Semana 3:

Mecánico 7: 20 hrs. * Q.26.65/hr. = Q. 533.00

Mecánico 8: 48 hrs. * Q. 9.26/hr. = Q. 444.48

Total 3 Q. 977.48

Total = Total 1+Total 2+Total 3

Total = Q. 3,177.67 +Q 2,017.92 + Q. 977.48

Total = Q.6, 173.07

4.1.2 Desmontaje y montaje de la iluminación

Estas actividades fueron llevadas a cabo por una empresa externa, por lo que los tiempos y costos expuestos son los ofrecidos por la misma para los trabajos descritos.

4.1.2.1 Tiempo de desmontaje y montaje

El tiempo en que la empresa se comprometió a terminar este trabajo de iluminación para ambas pegadoras y para el área de almacenaje de producto para proceso de pegado es de 3 días, este periodo incluye el tiempo de desmontar y montar las lámparas que iluminaban a la pegadora 3 en la planta central y montar las restantes en la nueva nave de producción para esta estación.

4.1.2.2 Costos de desmontaje y montaje

Descripción:

- Suministro de 08 lámparas fluorescentes tipo industrial de 4X40 W.
- Suministro e instalación de soportes para lámparas fluorescentes, utilizando, varilla roscada de 3/8", tuercas y roldanas.

- Suministro e instalación de 01 circuito eléctrico monofásico 120 voltios 20 amperios, utilizando, tubo ductón de ¾”, caja octagonales, conectores, coplas, cable THHN # 12, *switch* de control y flipón de 1X20 amperios.

Costos:

• Precio de lámparas	Q 3,076.00
• Precio de materiales	Q 1,850.00
• Precio de mano de obra	<u>Q 1,450.00</u>
Total	Q. 6376.00

4.1.3 Acometida eléctrica

La acometida eléctrica de esta área fue llevada a cabo por la misma empresa que se encargó de iluminarla, a continuación se desglosa cada uno de los costos necesarios para alimentar a las máquinas pegadoras. El trabajo fue realizado en 8 días.

Transformador Tipo Seco:

Suministro de 01 transformador tipo seco de 75 KVA, voltaje primario 460 voltios, voltaje secundario 120/240 voltios, delta – delta.

Precio Q 13,500.00

Suministro e instalación de alimentación eléctrica 460 voltios.

Suministro e instalación de circuito de salida desde transformador hasta tablero de distribución, utilizando, cable THHN # 1/0 y terminales de entallar.

Precio de materiales Q 1,975.00

Precio de Mano de obra Q 850.00

Canaleta principal:

Suministro e instalación de 06 secciones de canaleta eléctrica de 3"X3".

Suministro e instalación de soportes para canaleta, utilizando, varilla roscada de 3/8", perfil angular de 1 ¼", tuercas, tornillos y coplas.

Precio de materiales Q 2,283.00

Precio de mano de obra Q 1,100.00

Maquina Pegadora 8:

Suministro e instalación de ductos eléctricos de bajada, utilizando, tubo conduit de ¾", condulet LB, abrazaderas hanger, condulet T, tubo LT y conectores LT.

Suministro e instalación de 01 circuito trifásico 240 voltios, 40 amperios, utilizando, cable THHN # 8 y flipón de 3X40 amperios.

Precio de materiales Q 1,390.00

Precio de mano de obra Q 850.00

Máquina Pegadora 3:

Suministro e instalación de ductos eléctricos de bajada, utilizando, tubo conduit de ¾", condulet LB, abrazaderas hanger, condulet T, tubo LT y conectores LT.

Suministro e instalación de 01 circuito trifásico 240 voltios, 40 amperios, utilizando, cable THHN # 8 y flipón de 3X40 amperios.

Precio de materiales Q 1,390.00

Precio de mano de obra Q 850.00

Precio Total = Q. 24,188.00

4.2 Traslado de líneas de empaque

A continuación se describen todas las operaciones necesarias para el traslado de las líneas de empaque, si bien es cierto fue más sencillo y menos costoso su traslado que el traslado de las pegadoras es importante mencionarlo.

4.2.1 Desmontaje y montaje de las líneas de empaque

Más que un desmontaje y montaje, fue un traslado de las mesas en donde se realiza la operación de empaque y revisión del producto. En las secciones siguientes se describe la forma en que se realizó este traslado.

4.2.1.1 Tiempo de desmontaje y montaje

Para el traslado de las líneas de empaque cada persona traslado su mesa y silla desde la planta central hasta la nueva nave de producción, la distancia entre ambas instalaciones no es mucha por lo que el tiempo de traslado fue de aproximadamente 15 min.

4.2.1.2 Costos de desmontaje y montaje

Como se menciona en el punto anterior, el tiempo de traslado es muy corto, por lo que no vale la pena estimar costos para el tiempo de traslado de las líneas de empaque.

4.2.2 Desmontaje y montaje de la iluminación

Al igual que para el área de pegadoras, el desmontaje y montaje de la iluminación en el área de líneas de empaque se realizó mediante la misma empresa externa, a continuación se describe el tiempo y los costos que se estimaron para estas actividades.

4.2.2.1 Tiempo de desmontaje y montaje

El tiempo ofrecido por la empresa para realizar este trabajo es de 1 semana, durante este periodo se contempló realizar el desmontaje de las lámparas que iluminaban a las líneas de empaque en la planta central y montar estas y las faltantes en la nueva nave de producción.

4.2.2.2 Costos de desmontaje y montaje

Descripción:

Lámparas Existentes:

Desmontar 15 lámparas fluorescentes de 43X40 W.

Desmontar soportes de lámparas.

Limpieza de lámparas y soportes.

Precio Q 1,200.00

Línea 1:

Se instalara una línea de iluminación de 06 lámparas.

Montaje de lámparas y soportes en nueva posición, utilizando, lámparas y soportes existentes. Suministro e instalación de alimentación eléctrica para 06 lámparas fluorescentes de 4X40 W., utilizando, cable THHN # 12, cable TSJ de 3X12, tubo ductón de ¾", cajas octagonales, accesorios de acople y sujeción, switch de control y flipón de 1X20 amperios.

Precio de Materiales Q 950.00

Precio de Mano de obra Q 1,120.00

Línea No. 2:

Se instalara una línea de iluminación de 06 lámparas.

Montar lámparas y soportes en su nueva posición, utilizando, lámparas y soportes existentes.

Suministro e instalación de soportes para 03 lámparas fluorescentes, utilizando, canal unistrut P1000T, varilla roscada de 3/8", tuercas y roldanas de 3/8", tornillos de 3/4"X1/4".

Suministro e instalación de alimentación eléctrica para 06 lámparas fluorescentes de 4X40 W., utilizando, cable THHN # 12, cable TSJ de 3X12, tubo ductón de 3/4", cajas octagonales, accesorios de acople y sujeción, switch de control y flipón de 1X20 amperios.

Precio de Materiales Q 1,515.00

Precio de Mano de Obra Q 1,120.00

Línea No. 3:

Se instalara una línea de iluminación de 06 lámparas.

Suministro e instalación de soportes para 01 línea de iluminación, utilizando, canal unistrut P1000T, varillas roscada de 3/8", tuercas y roldadas de 3/8", tornillos de 3/4"X1/4".

Suministro e instalación de 03 lámparas fluorescentes tipo industrial de 4X40 W.

Instalación de 03 lámparas fluorescentes tipo industrial de 4X40 W., existentes.

Suministro e instalación de alimentación eléctrica para 06 lámparas fluorescentes de 4X40 W., utilizando, cable THHN # 12, cable TSJ de 3X12, tubo ductón de 3/4", cajas octagonales, accesorios de acople y sujeción, switch de control y flipón de 1X20 amperios.

Precio de Lámparas Q 1,238.00

Precio de Materiales Q 1,680.00

Precio Mano Obra Q 1,120.00

Precio Total: Q. 9,943.00

4.3 Redistribución del área de materia prima

Para esta operación se contemplaron dos actividades, el desmontaje y montaje de los *rack* y la redistribución de las bobinas dentro del área destinada para ese fin en la nueva nave de producción. En los puntos 4.3.1 y 4.3.2 se describen estas dos actividades.

4.3.1 Desmontaje y montaje de los *rack*

Para esta actividad se desmontaron dos *rack* de la planta central, para aprovechar el espacio dejado por los mismos para almacenar materia prima y montar estos dos *rack* en la nueva nave de producción y almacenar en ellos producto fuera de inventario, en un inicio se tenía contemplado el traslado de 3 *rack* pero debido a condiciones de espacio y movilidad se decidió trasladar solamente 2. En los siguientes dos puntos se describe el tiempo y costos necesario para este montaje.

4.3.1.1 Tiempo de desmontaje y montaje

El tiempo de desmontaje y montaje de los *rack* fue de un día y medio y fue realizado por dos personas del departamento de mantenimiento. El montaje de los *rack* se realizará en el sitio que se muestra en la figura 14.

4.3.1.2 Costos de desmontaje y montaje

Costos:

Mecánico 1: 12 hrs. * Q.11.03/hr. = Q.132.36

Mecánico 2: 12 hrs. * Q.13.86/hr. = Q.166.32

Total **Q.298.68**

4.3.2 Redistribución de la materia prima

Las bobinas de cartón fueron distribuidas en filas perpendiculares a las líneas de tráfico con espacio entre filas de 30 cm., cada fila esta compuesta por una cantidad de columnas que dependerá del diámetro de las bobinas y cada columna tiene una cierta cantidad de bobinas, dicha cantidad depende de las condiciones de altura del edificio, ancho de bobina y estabilidad de la columna.

Estandarizando las medidas de diámetro y ancho de bobinas así como la altura de la columna de bobinas se determino que el área destinada para almacenaje de bobinas tiene una capacidad para almacenar 692 bobinas.

4.4 Apertura de servicios sanitarios

Con el objetivo de ofrecer mayor comodidad y satisfacción al personal que trabajará en la nueva nave de producción se decidió habilitar los servicios sanitarios que se encuentran a un costado de las nuevas instalaciones de producción que a la vez fungirán como vestidores, para ello se trasladó hacia este lugar los *lockers* de dicho personal para que dispongan de un lugar cercano para uniformarse. A continuación se describen las operaciones realizadas para habilitar dichas instalaciones

4.4.1 Mantenimiento de los servicios sanitarios

Estas instalaciones fueron las que anteriormente se utilizaron como servicios sanitarios de Bolpasa, sin embargo por el traslado de esta empresa se dejaron de usar y quedaron bajo llave, no obstante se pudo constatar que todo el equipo (sanitarios, lavamanos, duchas, etc.) quedo en excelentes condiciones y solamente fue necesario realizar una limpieza general para poder habilitarlas nuevamente.

4.4.2 Traslado de los *lockers*

Como en la mayoría de las empresas, en la Litografía es necesario utilizar uniforme de trabajo, por tal situación se hace necesario contar con *lockers* en donde el personal pueda guardar los artículos personales que llevan al trabajo y al mismo tiempo el uniforme de trabajo, por lo que se trasladaron los *lockers* de las 20 personas que laboraran en la nueva nave de producción desde los vestidores de la planta central hasta los vestidores de la nueva nave.

A continuación se presenta una tabla resumen de los costos totales del traslado:

Tabla VII Resumen de Costos de Traslado

Tipo de Costo	Área	Costo Total
Desmontaje y Montaje	Pegadora 3	Q. 1,032.76
Montaje	Pegadora 8	Q. 6,173.07
Desmontaje y Montaje de la Iluminación	Área de Pegadoras	Q. 6,376.00
Acometida Eléctrica	Área de Pegadoras	Q. 24,188.00
Desmontaje y Montaje de la Iluminación	Área de Líneas de Empaque	Q. 9,943.00
Desmontaje y Montaje de los <i>Rack</i>	Área de Bodega de Materia Prima	Q. 298.68
COSTO TOTAL		Q. 48,011.51

5. SEGUIMIENTO Y CONTROL

5.1 Medición de la efectividad de la distribución

La correcta distribución logrará que tanto hombres, materiales y maquinaria trabajen conjuntamente y con efectividad. Para demostrar que la distribución propuesta cumple con los propósitos descritos se determinará eficiencia, productividad y capacidad de utilización mensual, los primeros dos serán demostrados en base a índices utilizados por la Litografía para medir estos dos parámetros dentro de la empresa.

5.1.1 Satisfacción de los operarios

Una manera de medir la satisfacción de los empleados con la distribución es a través de lo productivos y eficientes que llegan a ser al momento de desarrollar su trabajo, para el efecto se calculó ambos parámetros para el departamento de pegadoras y para el de líneas de empaque, para los dos departamentos se utilizó la velocidad de operación como medida de eficiencia y para medir la productividad en el área de pegadoras se calculó el EGP⁷ y para las líneas de empaque la productividad se calculó de la forma tradicional, es decir lo Obtenido dividido lo Invertido.

⁷ Medida utilizada por la Litografía para medir la productividad de los departamentos.

5.1.1.1 Eficiencia

Dentro de la Litografía utilizan la velocidad de operación como un indicativo de la eficiencia de las estaciones de trabajo en donde esta medida se puede aplicar, tal es el caso del área de pegadoras, por tal situación se utilizó este mismo parámetro para representar la eficiencia de las pegadoras ubicadas en la nueva nave de producción.

Los datos que se presentan a continuación son los obtenidos durante el primer mes de operación de la nueva nave de producción.

Pegadora 3:

Velocidad de Operación = Número de Pliegos / Tiempo Operación (hrs.)

Velocidad de Operación = 1, 630,808.00 / 192 hrs.

Velocidad de Operación = 8,493.79 pliegos/hora

Para la pegadora 3 la velocidad de operación debería estar entre 7,500 y 9,000 pliegos por hora, por lo que el dato obtenido demuestra que durante el primer mes la pegadora 3 tuvo una alta eficiencia.

Pegadora 8:

Velocidad de Operación = Número de Pliegos / Tiempo Operación (hrs.)

Velocidad de Operación = 5, 024,628.00 / 432 hrs.

Velocidad de Operación = 11,631.08 pliegos/hora

Los parámetros para comparar la velocidad de operación de la pegadora 8 son entre 10,000 y 15,000 pliegos por hora. Como se puede observar, el dato que se obtuvo, aunque se encuentra dentro de estos límites, es un tanto bajo, sin embargo esto es normal ya que por ser una máquina nueva es necesario dar un cierto tiempo para poder exigirle más.

Líneas de Empaque:

Velocidad de Operación = Número de corrugados / Tiempo de Operación

Velocidad de Operación = 18,600 / 448 hrs.

Velocidad de Operación = 41.51 corrugados / hora

Con el dato obtenido se puede llegar a concluir que en un turno de 8 horas se elaboran aproximadamente 332 corrugados, mientras que con la distribución anterior en el mismo periodo de tiempo se producían 200 corrugados⁸, por lo que se puede afirmar que la eficiencia ha aumentado.

5.1.1.2 Productividad

Para medir la productividad del área de pegadoras se utilizó un índice llamado EGP el cual multiplica la disponibilidad, desempeño y calidad para obtener un dato que representa la productividad de cada máquina.

⁸ Ver sección 2.3.2

La disponibilidad es el tiempo utilizado para mantenimiento preventivo más el tiempo de operación dividido el tiempo total disponible. El desempeño es la velocidad de la máquina dividido la capacidad y la calidad es el porcentaje de producto procesados sin defectos.

El máximo valor de este índice es 0.4 por lo que una máquina que obtenga un EGP de 0.4 esta siendo 100% productiva.

EGP Pegadora 3:

EGP = Disponibilidad * Desempeño * Calidad

EGP = $((97.7 + 896.6)/2029.5) * (8.4/9) * (0.85)$

EGP = $0.4899 * 0.933 * 0.85$

EGP = 0.3886

EGP Pegadora 8:

EGP = Disponibilidad * Desempeño * Calidad

EGP = $((20.3 + 659.5)/1925.7) * (11.6/15) * (0.936)$

EGP = $0.3530 * 0.773 * 0.936$

EGP = 0.2554

Los datos de productividad obtenidos para cada pegadora reflejan que la distribución planteada está dando resultados satisfactorios, si bien es cierto la pegadora 8 obtuvo un EGP relativamente bajo se justifica por las mismas razones que su baja en la eficiencia.

Para el caso de las líneas de empaque el EGP no es un buen índice para medir la productividad por lo que para determinar la productividad de esta área se hará de la manera tradicional, es decir, lo obtenido dividido lo invertido.

Los datos que se presentan no son tan detallados como los mostrados para el caso de las pegadoras, ya que cada corrugado se vende a un valor distinto, dependiendo del producto que contenga; y el pago que recibe cada una de las personas que trabajan en las líneas depende del producto que empacan o del turno en que trabajan, por lo que los datos utilizados para calcular la productividad son datos puntuales.

Productividad = Obtenido / Invertido

Productividad = 1,044,223 / 99,347

Productividad = 10.51

Por el dato obtenido se concluye que esta estación de trabajo está siendo altamente efectiva con una relación de aproximadamente 10 a 1.

5.1.1.3 Capacidad de utilización mensual

Esta medida únicamente es aplicable para el área de pegadoras, a continuación los resultados.

Pegadora 3:

La pegadora 3 en el primer mes proceso 1, 630,808.00 pliegos y tiene una capacidad de 3, 000,000.00 por lo que la capacidad de utilización en el primer mes es de 54.36 %.

Pegadora 8:

La pegadora 8 en el primer mes proceso 5, 024,628.33 pliegos y tiene una capacidad de 11, 160,000.00 por lo tanto la capacidad de utilización de la pegadora 8 en el primer mes es de 45.02 %.

Los porcentajes de utilización que se obtuvieron del primer mes de producción son relativamente bajos, sin embargo para la pegadora 3 por ser una pegadora de ventana el tipo de productos que pega se limita a los de esta naturaleza por lo que este porcentaje es más o menos el que se mantendrá y en lo que respecta a la pegadora 8 la empresa ha decidido no forzarla mucho durante los primeros meses de producción para dar tiempo a que se acople al ritmo de producción que se necesita, por lo tanto esto justifica el 45.02 % que se obtuvo.

CONCLUSIONES

1. Las áreas involucradas en esta distribución son tres: el área de pegadoras, las cuales son utilizadas para colocar goma a las cajas, las que lo requieran y realizar los pegues; el área de líneas de empaque en donde se realiza el trabajo manual de inspeccionar y quitar los sobrantes a los pliegos impresos; y, el área de bodega de materia prima en donde se almacenarán bobinas de cartón, es importante mencionar que en esta nueva nave de producción solo funcionarán parte de las áreas descritas, ya que, el principal centro de producción se encuentra en la nave central. Para realizar la distribución de estas áreas existieron diversos aspectos que se tomaron en cuenta, sin embargo, enfocándonos en los principios y factores que afectan a toda distribución los más determinantes fueron: satisfacción y seguridad, espacio cúbico y edificio. El primero, porque es uno de los objetivos de toda distribución en planta; el segundo, por las condiciones de almacenamiento de la materia prima; y, el tercero porque el edificio ya existía, al momento de decidir utilizarlo como un nuevo centro de producción.
2. Las tres áreas que se distribuyeron en la nueva nave de producción presentan ciertas características que debieron ser tomadas en cuenta para distribuir las dentro de la nueva nave. Para las pegadoras un aspecto importante fue el espacio a los alrededores, pues aparte del flujo de actividades que se lleva en esa área, también, es el área donde se les da mantenimiento y debe ser un área amplia para no interferir con las

actividades que se llevan a cabo en los alrededores. Para las líneas de empaque los aspectos de satisfacción y seguridad fueron los más importantes, sobre todo, el factor de iluminación por ser un trabajo de revisado el que se lleva a cabo en cada línea y finalmente la bodega de materia prima cuya distribución es en columnas de varias bobinas, por lo que esta área debe de estar lo más alejado posible del área de pegadoras y de las líneas de empaque para evitar cualquier tipo de accidente, además de los factores de seguridad con los que debe contar un material inflamable como el papel.

3. La capacidad instalada de la empresa se verá incrementada, debido a la adquisición de una nueva pegadora la cual formará parte de las dos pegadoras que distribuirán en el nuevo centro de producción, esta nueva pegadora puede pegar, de acuerdo a especificaciones, un promedio de 11,160,000 pliego al mes, esta cantidad puede variar dependiendo del tamaño y del tipo de pegue que requiera el producto que se este trabajando, por lo tanto, sumando este dato a la capacidad actual del área de pegadoras se obtiene que la nueva capacidad instalada es de 365,010,000 pliegos al mes. La situación que dió origen a la apertura de una nueva nave de producción fue debido a que la Litografía, últimamente, tenía una gran demanda de trabajos y la capacidad instalada con la que contaban no les permitía seguir trabajando al ritmo que se exigía para cumplir con esta demanda. Luego de un análisis realizado por la Litografía se concluyó que el departamento de pegadoras era el área que necesitaba incrementar la capacidad de producción, es por esto que el análisis de la capacidad instalada se centró en esta área. Con el dato de la nueva capacidad instalada obtenido, anteriormente, la Litografía puede ahora cumplir con la demanda exigida.

4. La distribución en planta propuesta muestra el área de las líneas de empaque y el área de pegadoras colocadas de tal forma que el flujo de producto que se da entre una y otra área no sea entorpecido por cualquier otra área y el área de Bodega de Materia Prima lo más alejada posible de estas dos. Con esta distribución, se logró cumplir con todos los principios y aspectos que influyen en una eficiente ordenación física de los elementos, ya que, existe una mínima distancia a recorrer entre las áreas que se relacionan de acuerdo al flujo del proceso, el espacio cúbico fue bien utilizado al colocar *racks* para el almacenaje de producto fuera de inventario, el personal que trabaja en esta nueva nave se encuentra seguro al estar alejado de la bodega de materia prima y contar con salidas de emergencia cercanas y, por último, cada una de las áreas es flexible al reordenamiento.

5. Además de justificar la propuesta de distribución tomando como base el cumplimiento de la misma con los principales aspectos con los que debe contar una distribución en planta, también, se utilizó el diagrama de relaciones para demostrar que la distribución de cada una de las áreas es la ideal, esto mediante la asignación de orden de cercanía deseado de cada una de las áreas involucradas en la distribución, este orden de cercanía se asignó por razones de flujo del proceso y de factores de seguridad; además, para justificar este orden de cercanía se asignaron códigos de razón, luego, en base a estos aspectos, se trazó el diagrama de parrilla. Finalmente, la distribución propuesta cumplió con lo señalado en la tabla de relaciones lo cual justifica una vez más lo eficaz de la distribución propuesta.

6. Los procedimientos necesarios para la implementación de esta propuesta fueron básicamente los de desmontaje, traslado y montaje de todos los elementos físicos que se distribuyeron dentro de la nueva nave, además de los trabajos de iluminación de todas las áreas y la alimentación eléctrica de las maquinarias, estas dos últimas actividades fueron realizadas por una empresa externa. El tiempo total para realizar todas las actividades fue de un mes y medio teniendo todo esto un costo total de **Q. 48,011.51**

7. Aparte de demostrar en forma teórica que la distribución propuesta cumple con los objetivos de una distribución en planta, también, se pudo demostrar en la práctica, para esto se utilizaron tres medidas para cuantificar el grado de alcance de los objetivos de una distribución, estas son: la eficiencia, la productividad y la capacidad de utilización mensual. Para los primeros dos índices los resultados para las pegadoras como para las líneas de empaque estuvieron cerca del rango más alto de los parámetros de comparación, quizá para la pegadora 8 los resultados no fueron los esperados, pero como toda maquinaria nueva es necesario darle cierto tiempo antes de desarrollar su máxima capacidad. Para el factor de capacidad de utilización mensual, aplicable, únicamente, al área de pegadoras, los resultados fueron los siguientes: Pegadora 3 = 54.36% y Pegadora 8 = 45.02%, para el caso de la pegadora 3 el 54.36% refleja que los trabajos asignados a esa pegadora no son constantes, y para la pegadora 8 el 45.02% se explica por las mismas razones que su baja eficiencia y productividad durante el primer mes de operación. Finalmente, tanto la teoría como los resultados obtenidos de la práctica, muestran una correcta distribución.

RECOMENDACIONES

1. Es importante mencionar que los tres factores de mayor importancia en esta distribución - satisfacción y seguridad, espacio cúbico y edificio - fueron los más influyentes debido a las condiciones bajo las cuales se presentó el proyecto, sin embargo, no todas las distribuciones deben ir enfocadas al cumplimiento de estos factores. Es primordial evaluar en primera instancia el escenario bajo el cual se presenta el proyecto; de dicha evaluación saldrán a luz los aspectos más importantes y sobre esos aspectos debe encaminarse la distribución.
2. Aparte de los tres factores mencionados anteriormente otro aspecto que condiciona y mucho una distribución en planta es el flujo del proceso, es decir, el tipo de relación que tenga un área con otra. En este caso, se determinó que bajo las actuales condiciones de producción, el flujo del proceso puede ser en dos vías, del área de pegadoras al área de líneas de empaque y viceversa, sin embargo, en un futuro estas condiciones podrían variar y afectar la efectividad de la distribución, por lo que es fundamental analizar, constantemente, este factor para determinar en que punto se hará necesario modificar la distribución de los elementos.
3. En este caso el proyecto surge de la necesidad de la Litografía de poder cumplir con la demanda de trabajo que se presenta por lo que a través de un análisis se determinó que el área que necesitaba incrementar su capacidad de producción era el área de pegadoras. Luego de la implementación de la propuesta de distribución es importante realizar un

análisis de este tipo, ya que, el incremento de la capacidad de producción en el área de pegadoras puede derivar en un incremento de este tipo en alguna otra área, lo que llevaría a la Litografía a la situación inicial que propició el desarrollo de este proyecto.

4. La ordenación física de los elementos se realizó a partir de ciertas condiciones iniciales, por consiguiente, la distribución propuesta será efectiva solo si estas condiciones se mantienen, por lo tanto, aunque en esta propuesta se demostró la flexibilidad de la distribución, ante eventuales cambios, siempre que se añada o quite algún elemento a esta distribución será necesario realizar un análisis como el que se presenta en este caso, para determinar en que medida, esas modificaciones, afectan el funcionamiento global de la distribución.

5. Como todo tipo de proyectos es necesario darle una continuidad y estar constantemente midiendo la efectividad del mismo para poder detectar posibles puntos de mejorar, pues en un futuro esta distribución pueda resultar no rentable para las condiciones bajo las cuales esté trabajando la empresa. Se sugiere realizar esta medición de forma mensual para detectar las necesidades de cambio a tiempo. Otro aspecto importante a mencionar es que los factores utilizados en este trabajo, para medir la eficiencia de la distribución, son propuestos; sin embargo, más adelante estos factores pueden no reflejar la efectividad de la misma y se podrían estar obteniendo datos engañosos, por lo tanto, como es mencionó anteriormente, es importante estar constantemente midiendo la efectividad para determinar si los indicadores reflejan datos confiables en cuanto a la efectividad global de la distribución, o bien, se hace necesario el cálculo de otros factores para determinar la efectividad de la distribución.

BIBLIOGRAFÍA

1. Konz, Stephan. **Manual de distribuciones en plantas industriales: Diseño e Instalación.** México: Editorial Limusa, 1992.
2. Muther, Richard. **Distribución en Planta.** España: Editorial Hispano Europea, s.a.
3. Pierre, Michael. **Distribución en planta.** (Volumen 1). s.l.: Editorial Deusto, s.a.
4. Rodríguez Santos, Juan Francisco. Técnicas para la distribución de equipo en plantas industriales. Tesis Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, s.a.