



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA EDITORES MMA ASOCIADOS CIA. LTDA**

**AUTOR:** Willinton Oswaldo Montalvo Delgado

**DIRECTOR:** Ing. Yakcleem Montero Santos MSc.

**IBARRA – ECUADOR**

**2019**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte, a fin de que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	040125915 - 5		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	MONTALVO DELGADO WILLINTON OSWALDO		
<b>DIRECCIÓN:</b>	IBARRA-ECUADOR		
<b>E-MAIL:</b>	womontalvod@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	(06)2606789	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0980691607

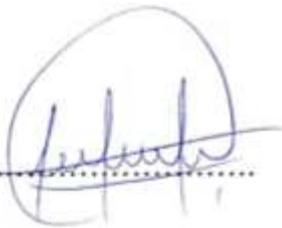
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA”
<b>AUTOR:</b>	WILLINTON OSWALDO MONTALVO DELGADO
<b>FECHA:</b>	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERO INDUSTRIAL
<b>ASESOR / DIRECTOR:</b>	ING. RAMIRO SARAGURO MSc.

## 2. CONSTANCIA

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de mayo de 2019

El autor:

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'W' followed by several vertical strokes and a horizontal line, all enclosed within a large, irregular oval shape.

Firma

Nombre: Willinton Oswaldo Montalvo Delgado

Cedula: 040125915-5

Ibarra, mayo del 2019



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DECLARACIÓN**

Yo, Willinton Oswaldo Montalvo Delgado declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica del Norte puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

.....  
Firma

Nombre: Willinton Oswaldo Montalvo Delgado

Cedula: 040125915-5

Ibarra, mayo del 2019



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Yackleem Montero Santos Director de Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante Willinton Oswaldo Montalvo Delgado.

**CERTIFICA**

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado “diseño de la distribución en planta para la línea de producción en la empresa EDITORES MMA ASOCIADOS CIA. Ltda.”, ha sido elaborada en su totalidad por el señor estudiante Willinton Oswaldo Montalvo Delgado bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Y. Montero Santos", is written over a faint circular stamp.

Ing. Yackleem Montero Santos MSc.  
DIRECTOR DE TESIS

## **DEDICATORIA**

A dios por haberme dado la oportunidad de vivir y cuidarme en cada paso que doy, A mi familia por el apoyo incondicional a pesar de todas las adversidades presentadas en el transcurso de mi vida estudiantil.

### **A mi esposa Gaby**

Por tener su apoyo incondicional en todo momento que a pesar de las de los momentos difíciles siempre puedo contar con su apoyo para salir triunfador y vencer todo los obstáculos que estén en el camino.

### **A mis hijas Melissa Y Ashley**

Que son la motivación para seguir adelante ya que ellos cambiaron mi vida y han sido un estímulo en mí, por esos motivos es que me esfuerzo cada día trato de dar lo mejor de mí cada día.

### **A mi madre Mirian**

Que es la persona que más admiro por toda su fortaleza y dedicación a todos sus hijos que siempre nos enseñó a ser buenas personas, por tu fortaleza y dedicación muchas gracias madre.

### **Mis Hermanos**

Gracias por todos los consejos que siempre me supieron brindar y sobre todo a enseñarme que todo sacrificio tiene su recompensa.

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero agradecer a ti mi Dios por haberme guiado por el camino correcto y darme la oportunidad de ser alguien en la vida, por darme la salud y mantener unida a mi familia.*

*Mi agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Carrera de Ingeniería Industrial. A mi Director de Tesis Msc. Yakleen Monteros por su paciencia ya que con sus consejos y enseñanzas me orientaron a desarrollar un buen trabajo y a alcanzar una más de mis metas.*

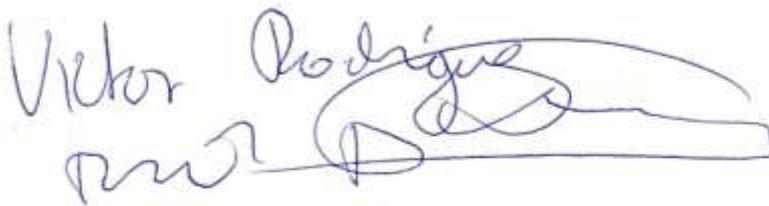
*Al GRUPO CORPORATIVO DEL NORTE mi más sincera gratitud por abrirme las puertas de su prestigiosa empresa ya que gracias a ellos pude desarrollar este proyecto.*

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación fue elaborado en la empresa EDITORES MMA ASOCIADOS CIA. LTDA el cual tuvo como objetivo el diseño de la distribución en planta de su línea de producción en unas nuevas instalaciones adquiridas por el propietario de la empresa, aplicando métodos de distribución en planta. Este proyecto inicio con la investigación de metodologías y fundamentos teóricos que se utilizaron para la sustentación de presente a continuación, se procedió al levantamiento de información descriptiva de la empresa en la cual se obtuvo la situación actual del proceso productivo permitiendo evaluar el flujo de material visualizando la distribución en planta existente en las instalaciones actuales de la empresa. Por medio de la investigación realizada se crearon alternativas de solución obteniendo una distribución en planta factible mediante la aplicación de la metodología de Planeación Sistemática de Distribución en planta; con la finalidad de corroborar la solución planteada por el método anterior mencionado se procedió a evaluar la distribución con el método cuantitativo CORELAP. Además, se propuso la solución de distribución en planta final en las nuevas instalaciones adquiridas sin modificar el flujo de material obteniendo una organización optima de los centros de trabajo donde el personal puede realizar sus actividades con mayor eficiencia y protegiendo su integridad dicho flujo de producción se asemeja a un flujo de tipo lineal.

**ABSTRACT**

This degree work was carried out in the 'EDITORES MMA ASOCIADOS CIA. LTDA' Company, the objective of this research was to design the distribution in the plant of its line production in new facilities, applying methods of distribution in the plant. This project began with the research of methodologies and theoretical foundations, then proceeded to the collection of descriptive information about the company in which the current situation of the production process was detailed to evaluate the flow of material visualizing the distribution in the current installations of the company. Alternative solutions were generated in order to obtain a feasible plant distribution through the application of the Systematic Plant Distribution Layout methodology; in order to confirm the solution proposed by the before mentioned method, then the distribution with the CORELAP was evaluated with a quantitative method. The distribution solution was proposed in the final plant of the new facilities without modifying the flow of material, obtaining an optimal organization of the work centers where the personnel can carry out their activities efficiently and protecting their integrity. Resembling a flow of lineal type.

Victor Rodriguez  




## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> .....	i
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	ii
DECLARACIÓN .....	iv
CERTIFICACIÓN .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
<b>CAPÍTULO I</b> .....	16
1.1. PROBLEMA .....	16
1.1.1. Planteamiento del problema .....	16
1.1.2. La empresa EDITORES MMA CIA LTDA.....	16
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.2.1. Objetivo general .....	17
1.2.2. Objetivos específicos .....	18
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4. ALCANCE .....	21
<b>CAPÍTULO II</b> .....	22
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	22
2.1.1. Distribución en planta.....	22
2.1.2. Principios de la distribución en planta.....	24
2.1.3. Factores que afectan la distribución en planta.....	28
2.1.4. Tipos de flujos de productos.....	30

2.1.5.	Tipos de distribución en planta.....	33
2.1.6.	Métodos de distribución en planta.....	37
2.1.7.	Otros métodos.....	46
2.1.8.	Seguridad Estructural .....	52
CAPÍTULO III.....		55
3.1.	LA EMPRESA EDITORES MMA CIA LTDA.....	55
3.1.1.	Antecedentes.....	55
3.1.2.	Misión de la Empresa .....	56
3.1.3.	Visión de la Empresa .....	56
3.1.4.	Organigrama de la Empresa .....	56
3.1.5.	Personal y horarios de trabajo .....	58
3.1.6.	Ubicación.....	59
3.1.7.	Maquinaria.....	60
3.1.1.	Diagrama SIPOC .....	61
3.1.2.	Descripción de Actividades del Área de producción.....	62
3.1.2.1.	Proceso de pre-prensa .....	62
3.1.2.1.1.	Preparación de Máquina CTP .....	62
3.1.2.1.2.	Recepción de páginas .....	64
3.1.2.1.3.	Paginación .....	65
3.1.2.1.4.	Pre-impresión de placas .....	66
3.1.2.1.5.	Impresión de placas .....	67
3.1.2.1.6.	Revisión de placas filmadas y reveladas .....	67
3.1.2.2.	Proceso de prensa.....	68
3.1.2.2.1.	Encendido de maquinaria .....	69
3.1.2.2.2.	Doblado de placas .....	69
3.1.2.2.3.	Encamado .....	70
3.1.2.2.4.	Preparación de máquina rotativa .....	71

3.1.2.2.5.	Inserción de papel.....	72
3.1.2.2.6.	Cambio de placas .....	73
3.1.2.2.7.	Impresión de tirajes .....	74
3.1.2.3.	Proceso de insertos.....	76
3.1.2.3.1.	Apilación del tiraje .....	76
3.1.2.3.2.	Embuchado.....	77
3.1.2.3.3.	Empaque.....	78
3.1.3.	Distribución de la Empresa.....	78
CAPÍTULO IV .....		83
4.1.	DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....	83
4.1.1.	SOLUCIÓN (SLP) .....	83
4.1.1.1.	Primera fase de definición /cuantificación.....	83
4.1.1.2.	Segunda fase de análisis.....	85
4.1.1.3.	Tercera fase de síntesis .....	93
4.1.1.4.	Cuarta fase de evaluación y selección .....	97
4.2.	MÉTODO CORELAP .....	98
4.3.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	100
CAPÍTULO V .....		102
5.1.	Conclusiones y recomendaciones .....	102
5.1.1.	Conclusiones.....	102
5.1.2.	Recomendaciones .....	103
Bibliografía .....		105
ANEXOS.....		106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Relación.....	41
Tabla 2 Motivos de las relaciones .....	42
Tabla 3 Pautas de representación en el diagrama relacional de actividades .....	43
Tabla 4 Número de empleados por áreas .....	58
Tabla 5 Jornadas de Trabajo .....	58
Tabla 6 Maquinaria de la empresa .....	60
Tabla 7 Cálculos de espacios .....	89
Tabla 8 Dimensiones y áreas.....	90
Tabla 9 Códigos y motivos de relación.....	91
Tabla 10 Análisis de alternativas para la distribución .....	97
Tabla 11 Indicador cualitativo .....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Necesidades de distribución .....	23
<b>Figura 2.</b> Flujo de materiales.....	28
<b>Figura 3.</b> Tipos de Distribución en planta.....	34
<b>Figura 4.</b> Esquema Planeación Sistemática de Distribución.....	38
<b>Figura 5.</b> Análisis Producto-Cantidad P-Q .....	39
<b>Figura 6.</b> Diagrama relacional de actividades .....	42
<b>Figura 7.</b> Diagrama relacional de espacios .....	44
<b>Figura 8.</b> Metodología CRAFT .....	48
<b>Figura 9.</b> Esquema ALDEP .....	50
<b>Figura 10.</b> Distribución con CORELAP .....	51
<b>Figura 11.</b> Solución CORELAP .....	52
<b>Figura 12.</b> Organigrama EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA .....	57
<b>Figura 13.</b> Localización de la empresa EDITORES MMA CÍA LTDA.....	59
<b>Figura 14.</b> Diagrama SIPOC .....	61
<b>Figura 15:</b> Planta baja .....	79
<b>Figura 16.</b> Segunda planta.....	80
<b>Figura 17.</b> Tercera planta .....	81
<b>Figura 18.</b> Histograma de productos .....	84
<b>Figura 19.</b> Cosificación de productos (ABC).....	84
<b>Figura 20.</b> Diagrama de Flujo de la línea de producción .....	86
<b>Figura 21.</b> OTIDA.....	87
<b>Figura 22.</b> Diagrama de recorrido de la línea de producción.....	88
<b>Figura 23.</b> Relación entre actividades .....	91
<b>Figura 24.</b> Relacional de actividades .....	92

<b>Figura 25.</b> Relacional de espacios.....	93
<b>Figura 26.</b> Primera opción de distribución.....	95
<b>Figura 27.</b> Segunda opción de distribución.....	96

## **CAPÍTULO I**

En el presente capítulo delimitaremos la temática de investigación definiendo el área de estudio, la dificultad que posee la empresa en sus instalaciones al momento de realizar sus actividades productivas, y del porque es necesario realizar un estudio previo antes de trasladarse a unas nuevas instalaciones utilizando metodologías aplicables a la distribución en planta.

### **1.1. PROBLEMA**

#### **1.1.1. Planteamiento del problema**

En el Ecuador la mayoría de las empresas se encuentran afectadas por la falta de planificación en la distribución de sus áreas de trabajo; esto les ocasiona problemas de producción, productos defectuosos, accidentes y enfermedades laborales; teniendo como resultado costos operativos innecesarios por falta de una inadecuada distribución de sus centros de trabajo o por el progreso de la empresa.

#### **1.1.2. La empresa EDITORES MMA CIA LTDA**

Teniendo como actividad principal el realizar todo tipo de acción periodística y literaria, publicación de periódicos, revistas y folletos, cuenta con maquinaria y equipo necesario para su funcionamiento, la empresa y su área de producción se encuentra ubicado en la ciudad de Ibarra en las calles Rafael Rosales / Flores.

De una visualización previa, se han identificado que en el proceso productivo existen demoras en el transporte del objeto de trabajo debido a que los departamentos no se encuentran distribuidos de manera secuencial. También se evidencia que existen centros de trabajos congestionados en los pasillos. Aquellos centros de trabajo no cumplen con las dimensiones establecidas en la reglamentación y presentan acumulaciones de productos en proceso. Por estas razones mencionadas se deduce que el diseño de la infraestructura es inadecuada ya que no cumple con los principios de distribución en planta, teniendo un problema con la organización ya que el proceso productivo tuvo que adecuarse a las instalaciones ya existentes sin realizar un estudio previo.

Debido al crecimiento de la empresa y el análisis antes mencionado surge la necesidad de diseñar nuevas instalaciones para lo cual el dueño de esta consta con un terreno en el sector el Milagro en las calles el Aguacate y Vía Imbaya. Teniendo presente la importancia de organizar los centros de trabajo es necesario diseñar la distribución en planta del área de producción desde el proceso de pre-prensa hasta el de insertos.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Diseñar una distribución en planta de la línea de producción, que empiece desde el proceso de Pre-Prensa hasta Insertos para las nuevas instalaciones de la empresa Editores MMA CIA. LTDA, empleando métodos de distribución en planta.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Elaborar un estudio del arte sobre los métodos de distribución en planta más empleados en el presente.
- Determinar la situación actual del recorrido del flujo de trabajo en la línea de producción de la compañía objeto de estudio.
- Elaborar la distribución en planta de la línea de producción desde Pre-Prensa hasta Insertos que mejore el área elegida como objeto de estudio, sobre la base de las metodologías escogidas.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La distribución en planta dentro de una empresa es una parte esencial porque permite que los lugares de trabajo o departamentos del área de producción, los lugares de almacenamiento y la ubicación de las máquinas. La asignación del área de producción o espacios correspondientes se efectúa en base a las relaciones entre áreas y al flujo productivo.

Los ensayos por establecer una metodología de manera ordenada para afrontar el problema de la distribución en planta empiezan en la década de los 50 del siglo pasado. Richard Muther en el año de 1961 fue el primero en desarrollar un procedimiento sistemático, el Systematic Layout Planning, el cual establece un método aplicable para resolver problemas independientes de su naturaleza.

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el

movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller (Muther, 1981).

Cuando usamos el término distribución en planta, aludimos, a veces, a la disposición física ya existente; otras veces, a una nueva distribución proyectada; y, a menudo nos referimos al área de estudio o al trabajo de realizar una distribución en planta. De aquí que una distribución en planta puede ser, una instalación ya existente, un plano o un trabajo. No obstante, el término se usa tan frecuentemente que rara vez podemos confundir en su significado (Muther, 1981).

Dentro del proceso de organización racional de la producción que se impone en nuestros mercados para lograr calidades y precios competitivos, ocupa un lugar destacado la distribución en planta. Porque, esencialmente, tiende a evitar gastos innecesarios de mano de obra y de espacio (Muther, 1981).

Por estas razones, la presente trabajo de titulación tiene como objetivo diseñar la distribución en planta para la línea de producción que abarca el área de pre-prensa hasta insertos de la empresa Editores MMA CIA. LTDA, empleando metodologías de distribución en planta. Dicho trabajo de titulación está alineado al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 – Toda una vida.

### **Economía al servicio de la sociedad.**

El sistema económico actual debe estar al servicio de la sociedad, es así como nuestro sistema económico es una economía social y solidaria. Dentro de este sistema económico interactúan los subsistemas de la economía pública, privada, popular y solidaria. La interacción

de estos subsistemas es de gran importancia y requieren incentivos, regulaciones y políticas que promuevan la productividad y la competitividad. Se procura proteger la sustentabilidad ambiental y el crecimiento económico inclusivo con procesos redistributivos en los que se subraye la corresponsabilidad social. En consecuencia, es necesario trabajar con dedicación especial en el desarrollo de capacidades productivas y del entorno para conseguir el Buen Vivir Rural (Plan Nacional del Buen Vivir, 2017).

Tales análisis son traducidos en forma de políticas y lineamientos estratégicos en el Plan Nacional de desarrollo 2017-2021, específicamente en sus Objetivos 4 y 5 dirigidos a “Consolidar la sostenibilidad del sistema económico social y solidario, y afianzar la dolarización” y a “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria”, respectivamente. Dentro de las políticas y lineamientos directamente relacionados con el tema del presente proyecto están los siguientes (Plan Nacional del Buen Vivir, 2017):

Objetivo 4.7: Incentivar la inversión privada nacional y extranjera de largo plazo, generadora de empleo y transferencia tecnológica, intensiva en componente nacional y con producción limpia; en sus diversos esquemas, incluyendo mecanismos de asociatividad y alianzas público-privadas, con una regulación previsible y simplificada. Objetivo 5.1: Generar trabajo y empleo dignos fomentando el aprovechamiento de las infraestructuras construidas y las capacidades instaladas (Plan Nacional del Buen Vivir, 2017).

Objetivo 5.2: Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar

valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación (Plan Nacional del Buen Vivir, 2017).

Estas políticas y lineamientos deben ser adaptados a cada una de las Zonas de Desarrollo del país en aras de construir zonas más competitivas, más equitativas y con mayores oportunidades en los mercados internos y externos. Centrándose en aquellos recursos locales sobre los que se basa una producción genuina del territorio (Plan Nacional del Buen Vivir, 2017).

#### **1.4. ALCANCE**

El presente diseño de distribución en planta se aplica en el área de producción de la empresa; para lo cual se ejecutará un diagnóstico de la situación actual en empresa, particularmente del proceso productivo y la distribución inicial. Se finalizara en generar una propuesta del diseño de distribución en planta para la línea de producción desde pre-prensa hasta insertos.

## **CAPÍTULO II**

A continuación describiremos fundamentos teóricos y terminologías aplicables para la ejecución de los modelos de distribución en planta con la finalidad de establecer el procedimiento más idóneo el cual nos permitirá tener la opción más adecuada para la distribución que se planteara en las nuevas instalaciones de la empresa.

### **2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1.1. Distribución en planta**

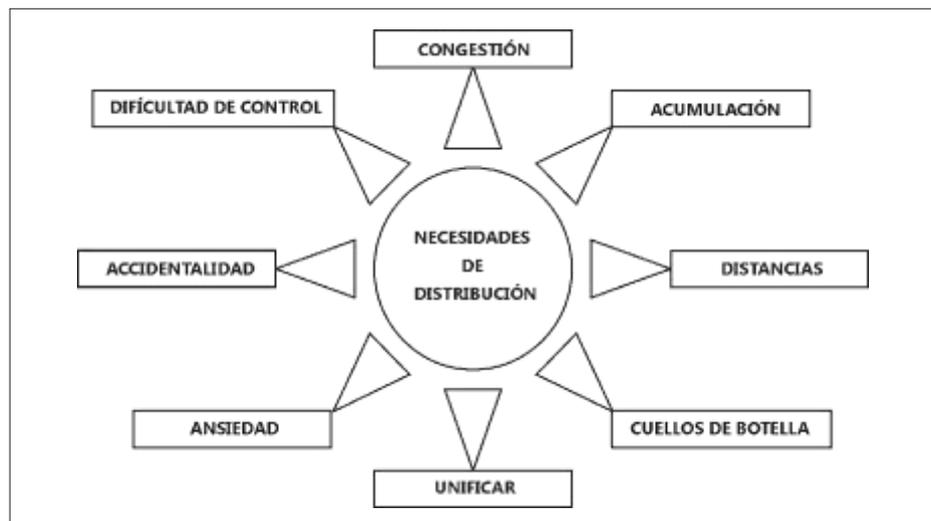
La técnica de ingeniería industrial que estudia la colocación física ordenada de los medios industriales, como el movimiento de materiales, equipo, trabajadores, espacio requerido para el movimiento de materiales y su almacenamiento, además del espacio necesario para la mano de obra indirecta y todas las actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller (Platas & Cervantes, 2014).

Es el proceso de ordenamiento físico de los espacios necesarios para el equipo de producción, los materiales, el movimiento y almacenamiento tanto de los materiales como de los productos terminados, el trabajo del personal y los servicios complementarios, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible (Palacios, 2009).

Es una actividad de la industria que determina la eficiencia y en algunos casos, la supervivencia de las empresas. Este ordenamiento físico, incluye también los trabajadores

indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo, los elementos de empaque y embalaje y el personal de taller de mantenimiento. Para llevar a cabo una distribución en planta, ha de tenerse en cuenta cuáles son los objetivos estratégicos y tácticos que aquella habrá de apoyar y los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos (Palacios, 2009).

Finalmente, una buena distribución en planta es importante porque evita fracasos productivos y financieros, contribuyendo a un mejoramiento continuo en los procesos, tanto en las empresas industriales, así como en las de servicios (Palacios, 2009).



*Figura 1. Necesidades de distribución*

*Fuente: (Palacios, 2009)*

Los síntomas que ponen de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución de una planta productiva son:

- Congestión y deficiente utilización del espacio.
- Acumulación excesiva de materiales en proceso.

- Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo.
- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo.
- Trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas.
- Ansiedad y malestar de la mano de obra.
- Accidentes laborales.
- Dificultad de control de las operaciones y del personal.

Finalmente, una buena distribución en planta es importante porque evita fracasos productivos y financieros, contribuyendo a un mejoramiento continuo en los procesos, tanto en las empresas industriales así como en las de servicios (Palacios, 2009).

### **2.1.2. Principios de la distribución en planta**

En el apartado anterior se han enumerado objetivos que debe cumplir una distribución en planta según diversos autores. Según Muther 1981, estos objetivos pueden resumirse y plantearse en forma de principios, sirviendo de base para establecer una metodología que permita abordar el problema de la distribución en planta de forma ordenada y sistemática.

#### **➤ Principio de la integración de conjunto**

La mejor distribución es la que integra a los operarios, los materiales, la maquinaria, las actividades, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes (Muther, 1981).

➤ **Principio de la mínima distancia recorrida**

En igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permita que la distancia a recorrer por el material entre operaciones será la más corta (Muther, 1981).

➤ **Principio de la circulación o flujo de materiales**

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordena las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se tratan, elaboran, o montan los materiales (Muther, 1981).

➤ **Principio del espacio cubico**

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal (Muther, 1981).

➤ **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 (Muther, 1981).

➤ **Principio de la flexibilidad**

A igualdad de condiciones siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada, con menos costo e inconvenientes (Muther, 1981).

### ➤ Principio de orden

La secuencia necesaria para que el flujo de material sea lógico y las áreas de trabajo estén limpias, que cuenten con el equipo adecuado para el desecho, la basura y los desperdicios (Muther, 1981).

### **Naturaleza de los problemas de distribución en planta**

Estos problemas pueden ser de cuatro clases:

Proyecto de una planta completamente nueva: Aquí se trata de ordenar todos los medios de producción e instalaciones para que trabajen como conjunto integrado. El ingeniero de distribución, puede empezar su trabajo desde el mismo principio. Su distribución determinara el diseño de los nuevos edificios y la localización de todas las entradas y salidas de los servicios. Pero debe compaginar su deseo de economías en la producción con el valor de reventa de los edificios, instalaciones y maquinaria (Muther, 1981).

Este caso de distribución en planta se suele dar solamente cuando la compañía inicia un nuevo tipo de producción o la fabricación de un nuevo producto o cuando se expansiona o traslada a una nueva área. Esta clase de misión raramente es realizada por un solo hombre y generalmente incluye a varios especialistas además de los ingenieros de distribución. Este es, tal vez el menos frecuente de los cuatro tipos de distribución (Muther, 1981).

Expansión o traslado a una planta ya existente: En este caso, el trabajo es también de importancia, pero los edificios y servicios ya están allí limitando la libertad de acción del

ingeniero de distribución. El problema consiste en adaptar el producto, los elementos, y el personal de una organización ya existente a una planta distinta que también ya existe. Este es el momento de abandonar las viejas prácticas y equipo, y lanzarse a mejorar los métodos (Muther, 1981).

Reordenación de una distribución ya existente: Es también una buena ocasión para adoptar métodos y equipos nuevos y eficientes, el ingeniero debe tratar de conseguir que su distribución sea un conjunto integrado. También en este caso se ve limitado por unas dimensiones ya existentes del edificio, por su forma, y por las instalaciones en servicio. El problema consiste en usar el máximo de elementos ya existentes, compatible con los nuevos planes y métodos. Este problema es frecuente sobre todo con ocasión de cambios de estilo o de modelo de productos o con motivo de modernización del equipo de producción (Muther, 1981).

Ajustes menores en distribuciones ya existentes: Este tipo de problema se presenta principalmente, cuando varían las condiciones de operación. He aquí algunos casos típicos; los ingenieros varían el diseño de ciertas piezas; las ventas exceden las cuotas previstas por el estudio de mercado; la administración emprende la fabricación de un producto adicional, pero similar; los ingenieros de proceso, hallan un método o un tipo de equipo mejor; el control de materiales desea un transportador (cadena) diferente. Todos ellos significan ajustes en la ordenación de las áreas de trabajo, del personal y del emplazamiento de los materiales (Muther, 1981).

En los casos en que los productos o los materiales sean grandes o raros y/o las cantidades de los mismos sean grandes, el flujo del material cobrará importancia y deberán tomarse como base los cuatro patrones de flujo. Véase figura 2.2 (Platas & Cervantes, 2014).



**Figura 2.** Flujo de materiales

*Fuente:* (Platas & Cervantes, 2014)

Recta: Entra por un extremo y sale por el otro, por lo general con los materiales moviéndose en forma directa (Platas & Cervantes, 2014).

Flujo en forma de U o circular: Los materiales, los accesorios y el equipo móvil de manejo vuelven al punto de partida, con la entrada (recepción) y la salida (envío) en el mismo pasillo y con el uso de las mismas puertas de muelle (Platas & Cervantes, 2014).

Flujo en forma de L: Entra por un lado y sale por el extremo, o bien entra por el extremo y sale por un lado, considerando lugar para el congestionamiento o las restricciones en las áreas externas o circundantes (Platas & Cervantes, 2014).

Flujo de peine o columna vertebral: El peine con un punto de reunión central o el peine de espalda con espalda o con flujo flexible de dos sentidos ayuda a las secuencias de operaciones ya sean estas cambiantes o irregulares (Platas & Cervantes, 2014).

### **2.1.3. Factores que afectan la distribución en planta**

Existen ciertos factores que afectan cualquier distribución de planta y estos se mencionan a continuación (Sánchez & Bravo, 2011):

1. Material.- Se considera como el factor más importante para la distribución e incluye el diseño, características, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia (Sánchez & Bravo, 2011).
2. Maquinaria.- Después del material, el equipo de proceso y la maquinaria son factores que influyen en orden de importancia. La información que obtengamos de éste factor es de gran importancia para efectuar la distribución apropiada (Sánchez & Bravo, 2011).
3. Hombres.- Como factor que afecta de alguna manera a la distribución de planta, el hombre es el elemento más flexible y que se adapta a cualquier tipo de distribución con un mínimo de problemas, aquí es muy importante tomar en consideración las condiciones de trabajo (Sánchez & Bravo, 2011).
4. Movimiento.- El movimiento de materiales es tan importante que la mayoría de industrias tienen un departamento especializado de manejo de materiales (Sánchez & Bravo, 2011).
5. Espera (Almacenamiento y Retrasos).- Nuestro objetivo principal será siempre reducir los circuitos de flujo de material a un costo mínimo. Cuando se detiene un material, se tendrá una demora que cuesta dinero, aquí el costo es un factor preponderante (Sánchez & Bravo, 2011).
6. Servicio.- Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Podemos clasificar los servicios en:
  - Servicio al personal
  - Servicio al material
  - Servicio a la maquinaria (Sánchez & Bravo, 2011)
7. Características del edificio y de la localización.- El edificio influirá en la distribución de planta sobre todo si ya existe en el momento de proyectarla. Algunas empresas

funcionan en cualquier tipo de edificios, otras funcionan sin edificio alguno, pero la mayoría de las empresas requieren estructuras industriales expresamente diseñadas de acuerdo con sus procesos específicos de producción (Sánchez & Bravo, 2011).

8. Cambio.- Cualquier cambio que suceda, es una parte básica del concepto de mejora. De esta manera debemos de planear la distribución de tal forma que se adapte a cualquier cambio de los elementos básicos de la producción y evitar la sorpresa de que nuestra distribución ya resulta obsoleta. Los elementos a analizar para realizar cambios con:

- Identificar imponderables
  - Definir límites de influencia de los cambios sobre la distribución en planta
- (Sánchez & Bravo, 2011).

#### **2.1.4. Tipos de flujos de productos**

Existen cinco tipos de flujos de productos: proceso continuo, línea de ensamble, lote, taller de trabajo y proyectos. En la manufactura, el flujo del producto es el mismo que el de materiales, pues ambos están procesando el producto. En los servicios, puede no haber un flujo de producto, pero sí un flujo de clientes, materiales o información (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011).

##### **Procesos continuos**

La producción continua se refiere a las industrias de procesos como el azúcar, el papel, el petróleo y la electricidad; aquí, la producción se realiza de manera continua y tiende a estar altamente estandarizada con volúmenes de producción muy grandes. Con frecuencia, los

productos que resultan de flujos continuos son líquidos o semisólidos que pueden bombearse o que fluyen de una operación a otra; por ejemplo, una refinería consta de kilómetros de tuberías, tanques y columnas de destilación a través de las cuales pasa el petróleo crudo y se refina hasta convertirse en gasolina, Diésel, aceite, lubricantes y muchos otros productos (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011).

### **Líneas de ensamble**

Un flujo que se basa en una línea de ensamble se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones. El producto se desplaza de un paso al siguiente en forma secuencial desde el principio hasta el final. A diferencia de los procesos continuos, en los cuales los productos son líquidos o semisólidos, las líneas de ensamble elaboran productos discretos como automóviles, refrigeradores, computadoras, impresoras y una variedad muy extensa de productos de consumo que se fabrican en masa. Los productos se desplazan de una operación a la siguiente, casi siempre a través de un sistema de bandas transportadoras (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011).

### **Flujo en lotes**

El flujo en lotes se caracteriza por la elaboración del producto en lotes o paquetes; cada lote del producto viaja en forma conjunta de una operación o centro de trabajo a otro. Un centro de trabajo es un grupo de máquinas o procesos similares que se usan para elaborar el producto (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011).

A menudo, las operaciones en lote usan un equipo de propósitos generales no especializado para la elaboración de un producto en particular, lo cual aporta flexibilidad. La mano de obra es más calificada y dócil en cuanto a su capacidad para fabricar diversos artículos. Así, una operación en lotes se configura con mano de obra y equipo más flexible que un proceso de una línea de ensamble. Los tamaños de los lotes pueden ser muy variables en lo referente a magnitud: desde cientos hasta una sola unidad; por ende, los procesos en lotes pueden configurarse para el manejo de órdenes sujetas a un bajo volumen (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011).

### **Talleres de trabajo**

Los talleres de trabajo elaboran productos de acuerdo con las órdenes de los clientes mediante el uso de una distribución física del proceso. Por lo tanto, consideramos que los talleres de trabajo son un caso especial de los procesos en lote. En un taller de trabajo, el producto se fabrica en lotes, casi siempre en pequeñas cantidades, pero debe hacerse de acuerdo con las especificaciones del cliente (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011).

Al igual que en el proceso en lotes, un taller de trabajo usa un equipo para propósitos generales y tiene un flujo discontinuo; cuenta con alta flexibilidad en la mezcla de productos y el volumen de producción, pero los costos son, de ordinario, más altos debido a que el volumen y la estandarización son bajos. Los productos que se elaboran en un taller de trabajo incluyen partes de plástico, componentes de máquinas, partes electrónicas y partes de hojas de metal que se fabrican de acuerdo con especificaciones (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011).

## **Proyectos**

En el contexto de las operaciones, la forma de proyectos se aplica para productos únicos o creativos. Algunos ejemplos de proyectos son los conciertos, la construcción de edificios y la producción de aviones grandes. Técnicamente, el producto no fluye en un proyecto ya que los materiales y la mano de obra se trasladan a él, siendo éste estacionario. Los proyectos se caracterizan por una planeación difícil y por problemas de programación, pues el producto puede no haber sido elaborado antes. Además, resulta complicado automatizarlos, aunque puede emplearse un equipo para propósitos generales. La mano de obra debe ser altamente calificada ya que la naturaleza del producto o servicio que se elabora es única (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011).

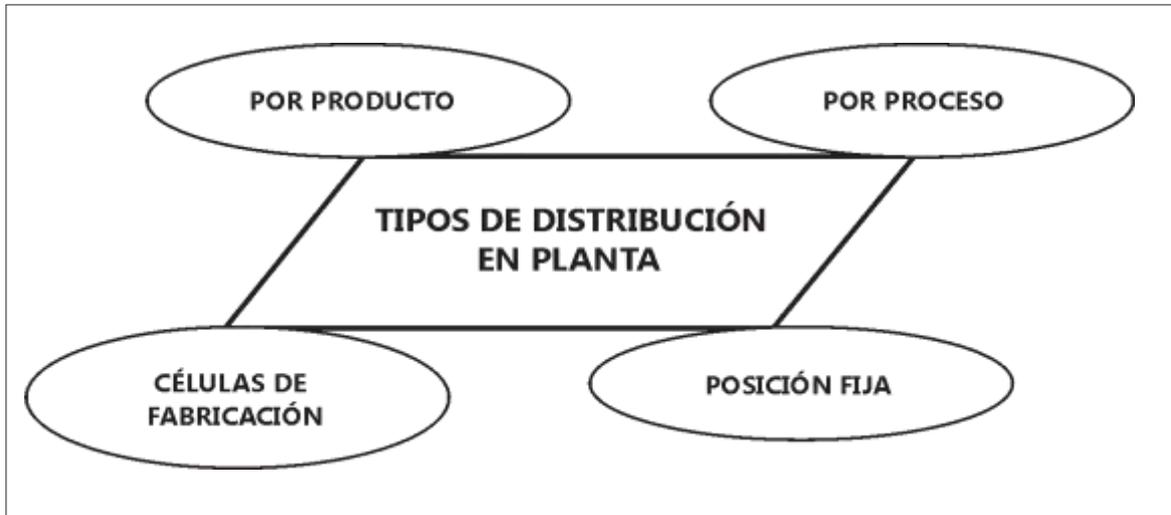
### **2.1.5. Tipos de distribución en planta**

Aunque pueden existir otros criterios, es evidente que la forma de organización del proceso productivo, resuelva determinante para la elección del tipo de distribución en planta. Suelen identificarse cuatro formas básicas de distribución en planta (Palacios, 2009):

- Por producto, asociada a la configuración continua o repetitiva.
- Por proceso, asociada a configuraciones por lotes.
- Por posición fija, correspondiente a las configuraciones por proyecto.
- Células de fabricación, como mezclas de fabricación.

Sin embargo, a menudo, las características del proceso hacen conveniente la utilización de distribuciones combinadas, llamadas distribuciones híbridas, siendo la más común aquella que

mezcla las características de las distribuciones por producto y por proceso, llamadas distribución por células de fabricación. (Palacios, 2009)



*Figura 3. Tipos de Distribución en planta*

*Fuente: (Palacios, 2009)*

### **Distribución por producto, línea**

Es la adoptada cuando la producción está organizada bien de forma continua, en cuyo caso la distribución es relativamente sencilla, pues se trata de colocar cada operación tan cerca como sea posible de su predecesora. La maquinaria y los servicios auxiliares se disponen, en la secuencia de las operaciones a lo largo de la cadena de producción (refinerías, fábricas de cemento, centrales eléctricas, etc.). O de forma repetitiva, usada en la producción continua de productos estándar (electrodomésticos, cadenas de lavado de vehículos, etc.). Las máquinas se sitúan unas junto a otras, a lo largo de una línea en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja, recorre la línea de producción de una estación a otra a medida que surte las operaciones necesarias (Palacios, 2009).

Sólo una operación del proceso se hace en cada posición o con cada pieza del equipo. Es poco flexible y se usa para producción en masa. Maneja pocos tipos de materiales. Permite mejor utilización del espacio y equipo de la planta. El equipo es especializado. Los costos de operación son menores pero los de capital son mayores (Palacios, 2009).

### **Distribución por proceso o funcional**

Se adopta cuando la producción se organiza por lotes (muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). Aquí la maquinaria, el personal y los servicios, se agrupan por similitud o igualdad de los procesos en departamentos; por ejemplo, el torneado, la soldadura, la pintura, etc. Esta distribución se usa principalmente en la distribución bajo pedido o en lotes (Palacios, 2009).

De acuerdo con el producto y el proceso, cada máquina puede participar o no en la manufactura de cualquier producto. Es un proceso flexible que se usa cuando hay muchos productos diferentes o cuando el pedido es muy pequeño. En este proceso el flujo no se interrumpe por la descompostura de una máquina, pues se supone que el proceso puede continuar con otra máquina similar. Presenta la desventaja que tiene muchos movimientos y las rutas son variadas, por lo tanto confusas para pasar por todos los distintos procesos. Los costos de operación son mayores y los de capital menores. La decisión se toma en función de los tipos y volumen de productos (Palacios, 2009).

La recolección de información, consiste básicamente en conocer los requerimientos de espacio de cada área de trabajo y el espacio disponible, para lo cual basta con identificar la superficie total de la planta y así visualizar la disponibilidad para cada sección. El desarrollo

de un plan de bloque, se refiere a que una vez determinado el tamaño de las secciones, habrá que proceder a su ordenamiento dentro de la estructura existente o a determinar la forma deseada que dará lugar a la construcción de la planta que las englobaría, teniendo en cuenta criterios cuantitativos o cualitativos. Por último, la distribución detallada se basa en el ordenamiento de los equipos y máquinas dentro de cada departamento, obteniéndose una distribución detallada de las instalaciones y todos sus elementos (Palacios, 2009).

### **Distribución por posición fija**

Ocurre cuando el producto es demasiado grande o pesado para pasar de un proceso a otro por lo que permanece fijo en un lugar. La maquinaria y la mano de obra, se desplazan hasta el producto para efectuar las operaciones precisas. Esta distribución es característica de la producción por pedidos, como por ejemplo en la construcción de edificios, barcos, tanques, naves, etc. (Palacios, 2009).

Este tipo de distribución es apropiada cuando no es posible mover el producto debido a su peso, tamaño, forma, volumen o alguna característica particular que lo impida. Situación que ocasiona Inmovilidad en una posición determinada al material base o principal componente del producto final, de forma que los elementos que sufren los desplazamientos son el personal, la maquinaria, las herramientas y los diversos materiales innecesarios en la elaboración del producto, además de los clientes (Palacios, 2009).

Todo lo anterior ocasiona que el resultado de la distribución se limite, en la mayoría de los casos, a la colocación de los diversos materiales y equipos alrededor de la ubicación del proyecto y a la programación de las actividades (Palacios, 2009).

## **Distribuciones híbridas por células de producción**

En el contexto de la distribución en planta la célula puede definirse como una agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones. Este tipo de distribución permite el mejoramiento de las relaciones humanas y de las pericias de los trabajadores. También disminuye el material en proceso, los tiempos de fabricación y de preparación, facilitando a su vez la supervisión y el control visual. Sin embargo, este tipo de distribución potencia el incremento de los tiempos inactivos de las máquinas, debido a que éstas se encuentran dedicadas a la célula y difícilmente son utilizadas de manera ininterrumpida. Para llevar a cabo el proceso de formación de células, se deben seguir tres pasos fundamentales: seleccionar las familias de productos, determinar las células y por último detallar el orden de las células (Palacios, 2009).

### **2.1.6. Métodos de distribución en planta**

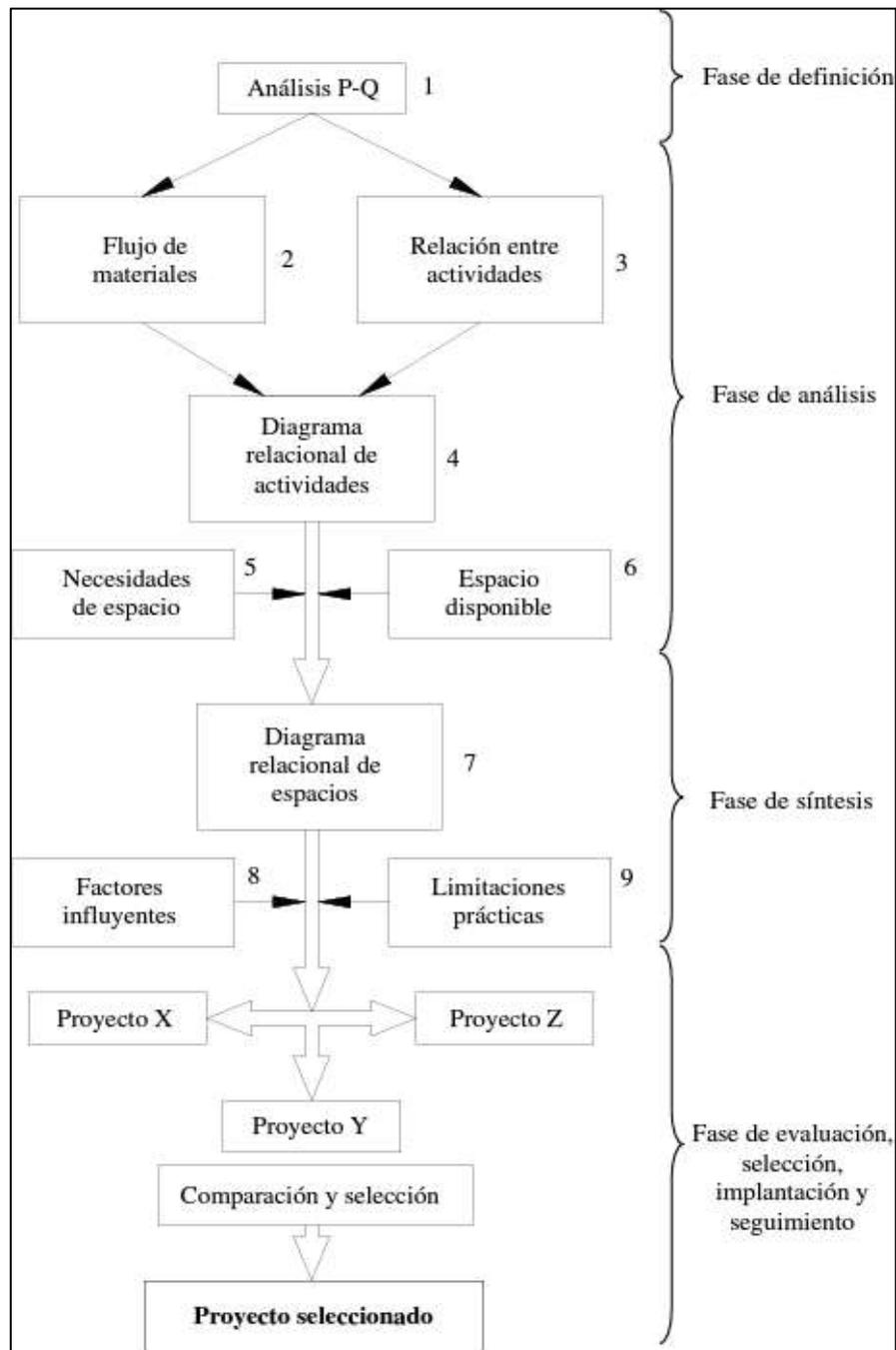
La planeación sistemática de distribución de planta es una forma organizada de realizar la planeación de la distribución y está integrada por cuatro fases, caracterizadas por una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas en la mencionada planeación (Platas & Cervantes, 2014).

Esta técnica fue desarrollada por Richard Muther e incluye un método simplificado que puede aplicarse a oficinas, laboratorios o áreas de servicio. Las cuatro fases de la distribución son las siguientes (Platas & Cervantes, 2014):

- Localización
- Distribución general

- Distribución detallada
- Instalación

En la figura 4 se muestra el procedimiento SLP en un gráfico funcional, correspondientes a las actividades a realizar ordenadamente de dicho procedimiento.



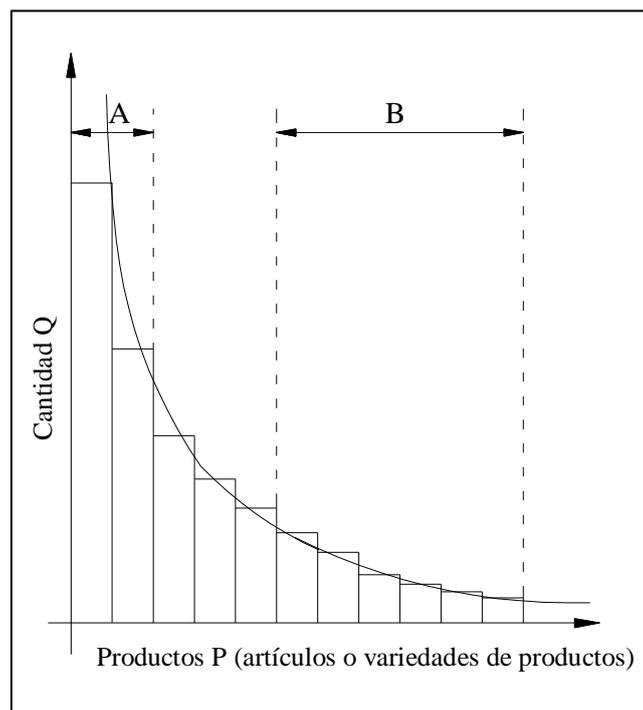
**Figura 4.** Esquema Planeación Sistemática de Distribución

*Fuente:* (Casals & Forcada, 2008)

## Fase de definición / cuantificación

La fase de definición incluye la etapa: Análisis de producto-cantidad (P-Q) (Casals & Forcada, 2008).

Para realizar el análisis P-Q, se recomienda elaborar una gráfica en forma de histograma de frecuencias, en la que se representen en las abscisas los diferentes productos a elaborar y en las ordenadas las cantidades de cada uno. Los productos han de representarse en la gráfica en orden decreciente de cantidad producida. En función del tipo de histograma resultante, es recomendable implantar un tipo u otro de distribución (Casals & Forcada, 2008).



*Figura 5. Análisis Producto-Cantidad P-Q*

*Fuente: (Casals & Forcada, 2008)*

## Fase de análisis

El análisis incluye las etapas: Flujo de materiales (Casals & Forcada, 2008).

Para identificar, seleccionar y secuenciar el proceso industrial de forma global, es preciso realizar los diagramas de proceso, de máquinas y de flujos, y las fichas de máquinas, con el objetivo de graficar todas las necesidades del proceso, mediante la representación de las operaciones, las máquinas, los suministros, etc., tal como se define en el capítulo 2 (Elementos del sistema de producción) (Casals & Forcada, 2008).

### **Reacción entre actividades**

Se entiende por actividad cualquier elemento del sistema de producción caracterizado por un requerimiento espacial y por un conjunto de relaciones. La relación entre actividades se desarrolla mediante la tabla relacional de actividades (Casals & Forcada, 2008).

Lo primero que se debe hacer es un listado de todas las actividades que forman parte de la industria a implantar. Por ejemplo, vestuarios, comedores, almacén de entrada, zona de producción (dividida en las diferentes operaciones de proceso industrial si es necesario), zonas de mantenimiento, servicios administrativos, etc. Una vez acabado este listado, se procede a realizar una tabla o matriz relacional de actividades (Casals & Forcada, 2008).

La tabla relacional de actividades muestra las diferentes actividades de la implantación y sus necesidades de relaciones mutuas. Además, evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades, con el apoyo de una codificación apropiada, en la que se indica la causa de la relación. Así, permite integrar los elementos directos de producción con los elementos auxiliares de producción (Casals & Forcada, 2008).

La escala de valores para la relación de las actividades se indica con las letras A, E, I, O, U y X (indican los diferentes grados de relación). Las vocales utilizadas tienen su origen en el significado inglés de las palabras (Casals & Forcada, 2008).

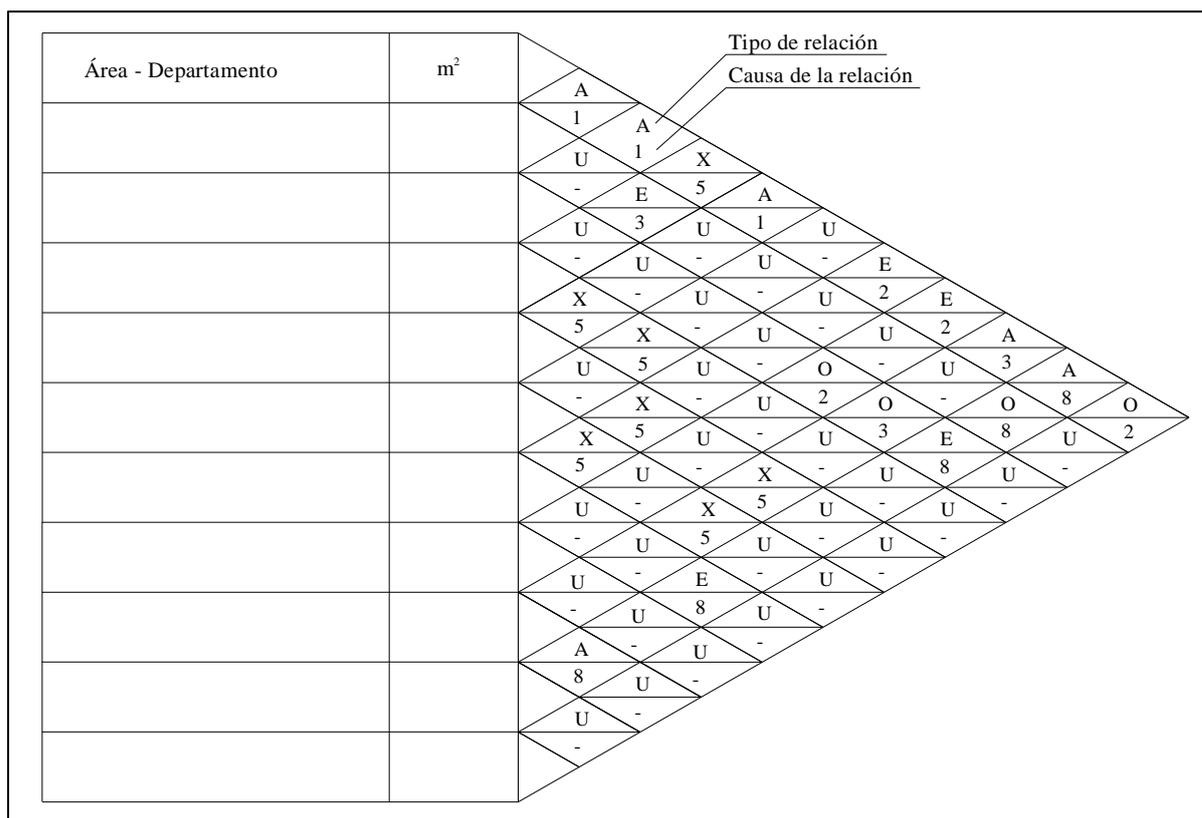
En la tabla 1 se observa la relación en los diferentes tipos y las letras que se utilizan para designar estas relaciones.

*Tabla 1*  
*Tipos de Relación*

<i>Código</i>	<i>Tipo de relación</i>
A	Relación absolutamente importante
E	Relación especialmente importante
I	Relación importante
O	Relación ordinaria
U	Relación sin importancia
X	Relación no deseada

Fuente: (Casals & Forcada, 2008)

La figura 6 da a conocer un ejemplo sobre la tabla relacional de actividades. Cada casilla está fraccionada horizontalmente en dos: la parte superior simboliza el valor de relación y la parte inferior muestra los motivos que han incitado a seleccionar este valor (causa de la relación). En donde cada relación, constan de un valor y una atribución que lo justifican.



**Figura 6.** Diagrama relacional de actividades

*Fuente:* (Casals & Forcada, 2008)

En la tabla 2, se observa los motivos o causas por las que se podrían relacionar las áreas o departamentos.

**Tabla 2**  
*Motivos de las relaciones*

Código	Motivo o causa	Código	Motivo o causa
1	Recorrido de material	6	Reparación de averías
2	Recorrido de personal	7	Uso compartido de equipos de trabajo
3	Inspección y control	8	Comodidad
4	Aporte de energía	9	Control de calidad
5	Razones estéticas, ruidos, higiene y otras molestias		

Fuente: (Casals & Forcada, 2008)

### Diagrama relacional de actividades

Tras realizar la tabla relacional de actividades, el paso siguiente es crear el diagrama relacional de actividades. Éste refleja en forma de diagrama la información contenida en la tabla relacional de actividades (Casals & Forcada, 2008).

*Tabla 3*  
*Pautas de representación en el diagrama relacional de actividades*

<i>Actividad</i>	<i>Color</i>	<i>Líneas de trazado</i>
A	Rojo	4 rectas
E	Amarillo	3 rectas
I	Verde	2 rectas
O	Azul	1 recta
U	Blanco	-
X	Negro	1 zigzag

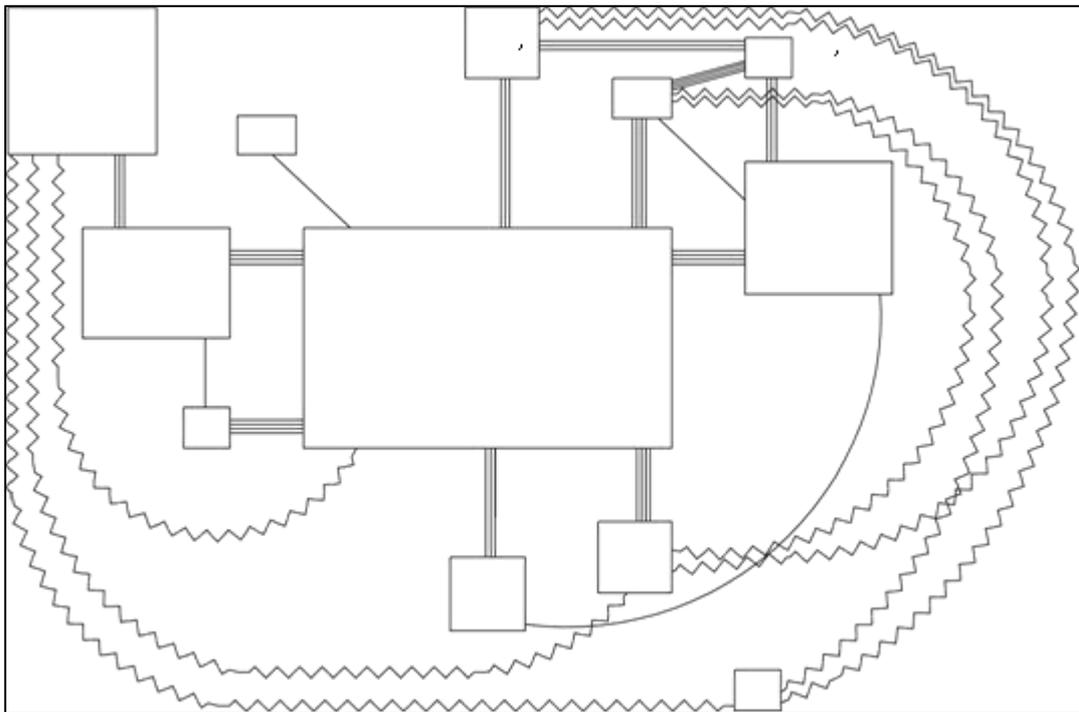
Fuente: (Casals & Forcada, 2008)

El diagrama relacional de actividades se empieza dibujando las actividades que tienen el tipo de relación A. Estas uniones se marcan con una línea de color rojo (en caso de querer hacerlo con colores) o bien mediante cuatro líneas paralelas que conectan las actividades (criterios indicados en la tabla 3) (Casals & Forcada, 2008).

### Diagrama relacional de espacios

Para conocer las necesidades de espacio de cada actividad (basado en las fichas de máquinas y requerimientos de cada actividad de forma individual), y contrastarlo con el espacio disponible de la parcela donde se quiere realizar la implantación. (Casals & Forcada, 2008)

Para realizar el diagrama relacional de espacios, se parte del diagrama relacional de actividades, pero asignando la superficie necesaria a cada actividad. Los cuadros que representan las actividades en este diagrama no es preciso que estén a ninguna escala concreta, pero sí deben mantener entre ellos la proporcionalidad de su superficie necesaria, y deben tener necesariamente frontera con aquellas actividades para las cuales se ha definido relación (Casals & Forcada, 2008).



*Figura 7. Diagrama relacional de espacios*

*Fuente: (Casals & Forcada, 2008)*

### **Fase de síntesis**

Dentro de síntesis de SLP, se incluyen las etapas, factores influyentes, limitaciones prácticas y la creación de varias alternativas de distribución en planta de la industria (Casals & Forcada, 2008).

Se parte del diagrama relacional de espacios y se modifica teniendo en cuenta los requerimientos internos de confort del personal en el puesto de trabajo. Se debe analizar si el espacio para cada puesto de trabajo marcado por la normativa de seguridad y salud es suficiente para el caso concreto de la implantación. Además, en el diseño de la planta se deben incluir los pasillos de acceso a las diferentes zonas. (Casals & Forcada, 2008)

Por otra parte, se deben considerar una serie de requerimientos externos, como pueden ser las limitaciones urbanísticas, la localización de los suministros de servicios u otras impuestas por la normativa vigente (por ejemplo, modificaciones para cumplir con la normativa contra incendios). El resultado final de la fase de síntesis son varias opciones de distribución en planta (Casals & Forcada, 2008).

### **Fase de evaluación, selección, implantación y seguimiento**

Las últimas fases del procedimiento SLP son las de evaluación, selección, implementación y seguimiento del proyecto (Casals & Forcada, 2008).

A partir de las alternativas propuestas en la fase de síntesis, se debe realizar una evaluación de éstas para poder seleccionar la solución óptima para la implantación que se está realizando (Casals & Forcada, 2008).

Para ello, se debe plantear los criterios de selección, basados en los principios explicados al inicio del capítulo y asignarles un peso que refleje su importancia relativa. Como ejemplo, se pueden considerar (Casals & Forcada, 2008):

- Comunicación directa de los almacenes de entrada y de salida con los accesos a la parcela (Casals & Forcada, 2008).
- Proximidad del despacho de producción a la entrada de la zona de producción para facilitar el control de las entradas y salidas de los trabajadores (Casals & Forcada, 2008).
- Simplicidad de las edificaciones y confort de los trabajadores (Casals & Forcada, 2008).
- Posibilidad de ampliaciones futuras (Casals & Forcada, 2008).
- Sencillez del tráfico de vehículos para la carga y descarga de materiales (Casals & Forcada, 2008).

A continuación, se deben evaluar las distintas alternativas de distribución en base a los criterios establecidos (Casals & Forcada, 2008).

Para obtener la alternativa más favorable, se debe multiplicar la puntuación por los pesos correspondientes a cada factor y obtener el total para cada alternativa (Casals & Forcada, 2008).

### **2.1.7. Otros métodos**

No todos los casos de distribución en planta son suficientemente sencillos para ser resueltos por el método SLP. Debido a su complejidad, se han desarrollado diversos métodos heurísticos, utilizados en programas informáticos, que intentan resolver el problema de la distribución en planta de una manera más ágil y sencilla. Cabe decir que no siempre se consigue encontrar la mejor solución para un caso concreto de distribución en planta (Casals & Forcada, 2008).

Existen numerosos paquetes informáticos en el mercado para realizar el análisis de las distribuciones, pero, en general, todos se basan en métodos matemáticos y de investigación de operaciones ya clásicos (Casals & Forcada, 2008).

Entre los paquetes informáticos para el análisis de las distribuciones existentes en mercado pueden mencionarse los que se exponen a continuación (Casals & Forcada, 2008).

### **Computer Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT)**

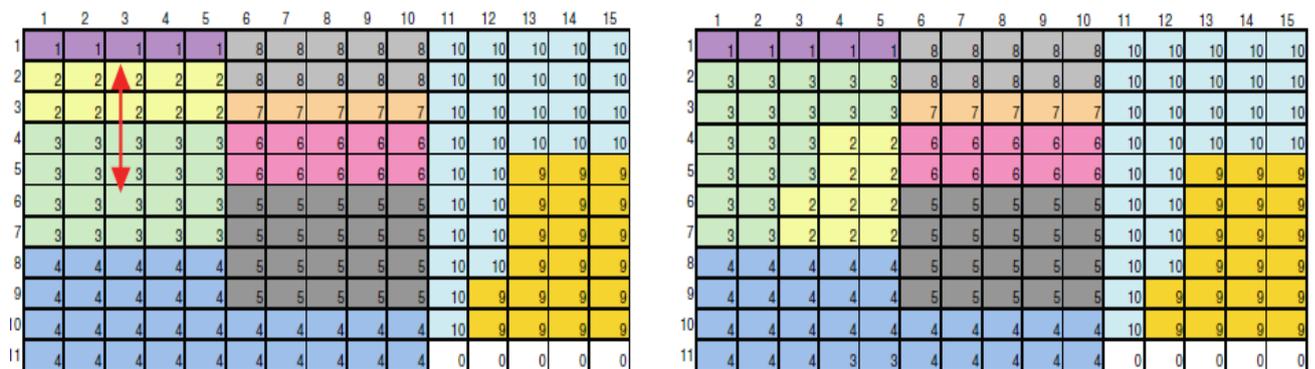
El método CRAFT fue introducido en 1964 por Armour, Buffa y Vollman, y es uno de los primeros algoritmos utilizados para la distribución en planta. Su objetivo es minimizar los costes totales de los transportes internos en la nave industrial (transporte de personas, material, indistintamente). El coste del transporte entre dos zonas se define como el producto del número de viajes realizados entre ellos por un valor específico de coste por unidad de distancia (Casals & Forcada, 2008).

El primero cronológicamente de los algoritmos para el diseño de distribuciones en planta y el prototipo de los denominados de mejora es el denominado CRAFT, desarrollado por Buffa y sus colaboradores (Vallhonrat & Corominas, 1991).

CRAFT calcula, para la distribución de partida, las distancias entre los centros de las áreas dedicadas a cada actividad (considerando una distancia rectangular) y, a partir de ellas, el coste de los movimientos (Vallhonrat & Corominas, 1991).

El método CRAFT fue introducido en 1964 por Armour, Buffa y Vollman, y es uno de los principales algoritmos utilizados para la distribución en planta. Su objetivo es minimizar los costes totales de los transportes internos en la nave industrial (transporte de personal, material, indistintamente). El coste del transporte entre dos zonas se define como el producto del número de viajes realizados entre ellos por un valor específico de coste por unidad de distancia (Casals & Forcada, 2008).

Este método parte de una distribución previa que se toma como punto de partida, así como su coste total de transporte. Tras calcular el coste que genera la distribución inicial, se intercambian las zonas de dos en dos (o de tres en tres), se evalúa el coste de cada cambio y se adopta entre todos el de menor coste. El proceso es iterativo y se va repitiendo hasta que el coste no pueda ser disminuido o se haya alcanzado un total de iteraciones específicas (Casals & Forcada, 2008).



**Figura 8.** Metodología CRAFT

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)

Por tanto, las entradas para el cálculo de la distancia con el algoritmo CRAFT son (Casals & Forcada, 2008):

- Número de zonas (Casals & Forcada, 2008)
- Medidas y superficie de la planta industrial (Casals & Forcada, 2008)

- Superficies de las zonas (Casals & Forcada, 2008)
- Número de viajes entre zonas y coste de la unidad de distancia recorrida (Casals & Forcada, 2008)
- Distribución inicial (Casals & Forcada, 2008)

Y como resultado se obtiene (Casals & Forcada, 2008):

- Distribución de las diferentes zonas que implican un coste de transporte mínimo (Casals & Forcada, 2008)
- Coste total de transporte (Casals & Forcada, 2008)

El mayor inconveniente de CRAFT es que proporciona soluciones poco realistas, con líneas de separación poco regulares que dan lugar a formas difíciles de llevar a la práctica o claramente inconveniente (Vallhonrat & Corominas, 1991).

Normalmente es obligado, por tanto, proceder a ajustes manuales, pero ello puede resultar a veces excesivamente complicado (Vallhonrat & Corominas, 1991).

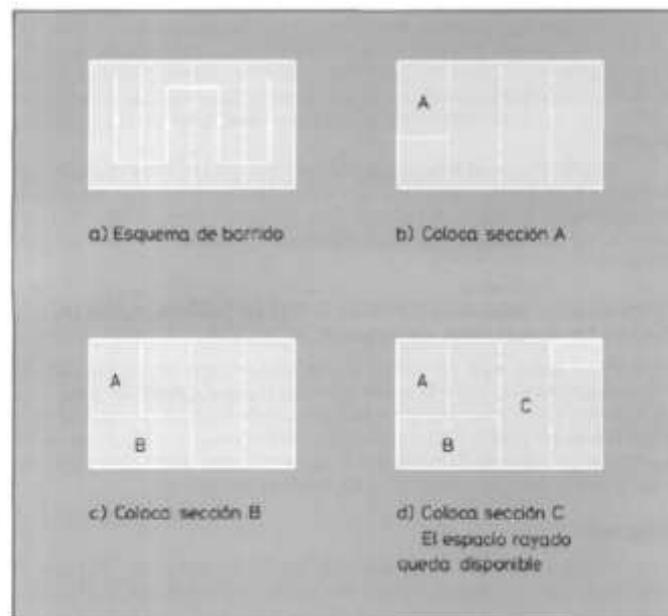
### **Automated Layout Design Program (ALDEP)**

El método ALDEP fue desarrollado en 1967 por Seehof y Evans, y se basa en un algoritmo de barrido (Casals & Forcada, 2008).

Este método parte de una planta de un edificio donde sólo hay situados los elementos fijos. El proceso empieza seleccionando de forma aleatoria un primer departamento, que lo sitúa en la esquina noroeste de la planta, y colocando los demás de forma sucesiva en función de las especificaciones de proximidad dadas. Por tanto, se utiliza una matriz de código de letras

similar a las especificaciones de prioridad de cercanía de Muther. Dicha clasificación es traducida a términos cuantitativos para facilitar la evaluación (Casals & Forcada, 2008).

El enfoque aplicado en ALDEP permite superar esta grave dificultad. Los datos para ALDEP incluyen la forma del edificio y la posición de elementos fijos (tales como huecos de ascensor, escaleras, etc.) y, si se desea, el emplazamiento que se haya decidido fijar para determinados centros de actividad. ALDEP utiliza un algoritmo de “barrido”: considera el edificio dividido en franjas, coloca un centro de actividad elegido al azar en el rincón noroeste y, “barriendo” las franjas, va colocando los demás sucesivamente en el orden que marca su deseable proximidad con los ya colocados (Vallhonrat & Corominas, 1991) (Ver figura 9).



*Figura 9. Esquema ALDEP*

*Fuente: (Vallhonrat & Corominas, 1991)*

### **CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning)**

El método CORELAP fue desarrollado en 1967 por Lee y Moore (Casals & Forcada, 2008).

Este método introduce secuencialmente las actividades en la distribución. El criterio para establecer la ubicación adecuada de cada una de las actividades se basa en el índice de proximidad, *Total Closeness Rating* (TCR), que es la suma de todos los valores numéricos asignados a las relaciones de proximidad de la tabla relacional de actividades (A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1) (Casals & Forcada, 2008).

El método empieza situando en el centro de la distribución la zona que está más interrelacionada con el resto y que, por tanto, tiene una puntuación mayor (Casals & Forcada, 2008).

Sucesivamente, se van colocando las demás zonas en función de su necesidad de cercanía con las ya colocadas. Las soluciones obtenidas se caracterizan por la irregularidad en las formas (Casals & Forcada, 2008).

<i>Depart.</i>	<i>TCR</i>	<i>Orden</i>
1	402	5
2	301	7
3	450	4
4	351	6
5	527	2
6	254	8
7	625	1
8	452	9
9	502	3

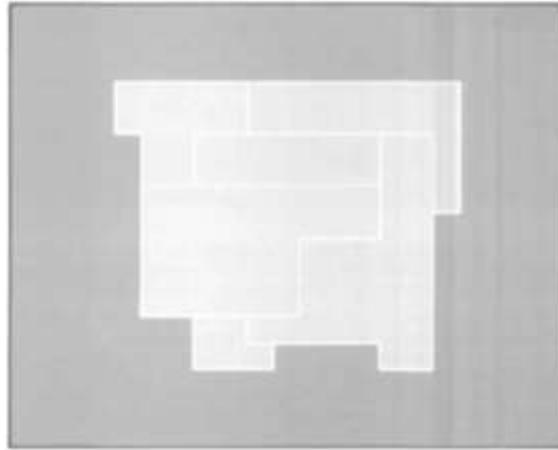
  

			6
8	3	5	7
2	1	9	4

**Figura 10.** Distribución con CORELAP

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)

La solución obtenida mediante CORELAP puede tener un aspecto como la figura 11 que se caracteriza por la irregularidad de las formas de las secciones y del edificio, hasta el punto de que no ser practicable, salvo ajuste manual (Vallhonrat & Corominas, 1991).



*Figura 11. Solución CORELAP*

*Fuente: (Vallhonrat & Corominas, 1991)*

### **2.1.8. Seguridad Estructural**

De acuerdo con el Ministerio del Trabajo en el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores (decreto 2393) y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, menciona en el capítulo II, distintos puntos a tomar en cuenta para valorar la seguridad:

En los locales de trabajo y sus anexos se procurará mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

Todos los edificios, tanto permanentes como provisionales, serán de construcción sólida, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas a que serán sometidos (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

Los locales de trabajo reunirán las siguientes condiciones mínimas:

- a) Los locales de trabajo tendrán tres metros de altura del piso al techo como mínimo.
- b) Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador;
- c) Seis metros cúbicos de volumen por cada trabajador (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

Los puestos de trabajo en dichos locales tendrán:

- a) Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador
- b) Seis metros cúbicos de volumen para cada trabajador (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

No obstante en los establecimientos comerciales, de servicio y locales destinados a oficinas y despachos, en general, y en cualquiera otros en que por alguna circunstancia resulte imposible cumplir lo dispuesto en el apartado a) anterior, la altura podrá quedar reducida a 2,30 metros, pero respetando la cubicación por trabajador que se establece en el apartado c), y siempre que se garantice un sistema suficiente de renovación del aire (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

Para el cálculo de superficie y volumen, se deducirá del total, el ocupado por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, liso y continuo. Será de material consistente, no deslizante o susceptible de serlo por el uso o proceso de trabajo, y de fácil limpieza. Estará al mismo nivel y en los centros de trabajo donde se manejen líquidos en abundancia susceptibles de formar charcos, los suelos se construirán de material impermeable,

dotando al pavimento de una pendiente de hasta 1,5%, con desagües o canales (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

La separación entre máquinas u otros aparatos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

No será menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

El ancho mínimo de las puertas exteriores será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 200. Cuando exceda de tal cifra, se aumentará el número de aquellas o su ancho de acuerdo con la siguiente fórmula (Decreto Ejecutivo 2393, 1986):

Ancho en metros =  $0,006 \times$  número de trabajadores usuarios.

Se procurará que las puertas abran hacia el exterior (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

### **CAPÍTULO III**

En el presente capítulo se recopilará información en general de la empresa y de manera específica del proceso de producción que es el objeto de estudio, la información servirá para describir la situación actual de la misma, nos permitirá conocer a fondo el flujo del material y su distribución y las características de las misma para poder definir las respectivas necesidades de cada centro de trabajo.

#### **3.1. LA EMPRESA EDITORES MMA CIA LTDA**

##### **3.1.1. Antecedentes**

EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA fue creada en junio de 1987, la cual lleva ya 31 años en la ciudad de Ibarra, siendo hasta hoy la única empresa que edita e imprime a color y distribuye la información a través de su diario conocido como diario “El Norte” en la región norte del Ecuador. También realiza actividades periodísticas, literarias, revistas, folletos, manuales, promociones y relaciones públicas etc.

EDITORES MMA ASOCIADOS CIA. LTDA, al ser una empresa líder en producción de periódicos, revistas y además con aspecto comercial, incluyendo actividades adicionales de radio y televisión no está libre de sufrir algún accidente de cualquier magnitud.

La organización cumpliendo con uno de sus objetivos el cual es proteger a todos sus colaboradores y al personal que visita sus instalaciones, cumpliendo con los requerimientos o exigencias legales, toma las medidas respectivas a fin de reducir o eliminar los efectos y daños que podrían producirse en caso de presentarse una emergencia.

### **3.1.2. Misión de la Empresa**

EDITORES MMA CIA LTDA produce periódicos, revistas y actividades comerciales, que sobresalen en el mercado, con la finalidad de superar las más altas expectativas de nuestros clientes; manteniendo parámetros de responsabilidad social, promoviendo el desarrollo del nivel de vida de sus trabajadores en forma integral, buscando la satisfacción de sus accionistas y cuidado del medio ambiente.

### **3.1.3. Visión de la Empresa**

Llegar a ser líderes en la producción de periódicos, revistas y actividades comerciales, con la capacidad de responder con excelencia y rapidez a los más exigentes requerimientos de nuestros clientes y mantener la fidelidad de los mismos en base a oportunidad y excelencia en las relaciones comerciales.

### **3.1.4. Organigrama de la Empresa**

El Organigrama General de la Empresa EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA. Se constituye a través de las jerarquías existentes en sus áreas, además se puede identificar claramente la responsabilidad de los cargos en base a su jerarquía.

En el organigrama funcional jerárquico de EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA se establecen parámetros estructurales de acuerdo al cargo, pues a cada persona contratada se le debe asignar actividades determinadas, las cuales están establecidas en el manual de funciones.

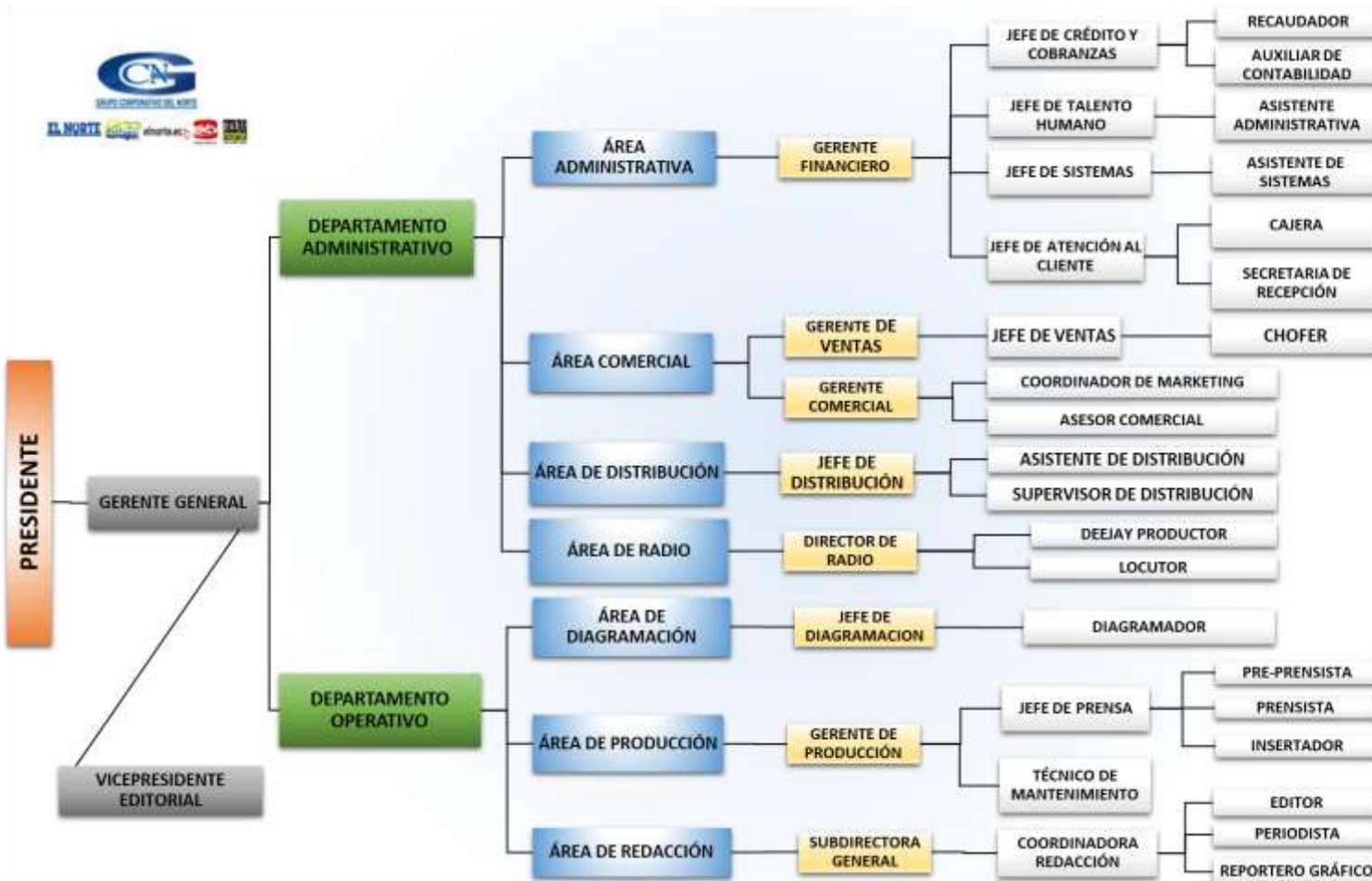


Figura 12. Organigrama EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA

Elaborado por: Autor

Fuente: EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA

### 3.1.5. Personal y horarios de trabajo

La empresa Editores MMA ASOCIADOS CIA. LTDA., cuenta con un número total de 96 colaboradores los cuales están distribuidos en diferentes áreas, tal como se muestra en la tabla a continuación:

*Tabla 4*  
*Número de empleados por áreas*

<b>Funciones del Personal</b>	<b>N° de Personas</b>	<b>Porcentaje Población</b>
Gerencia y Administración	18	18,8
Área Comercial	19	19,8
Área de Distribución	13	13,5
Área de Radio	7	7,3
Área de Producción	20	20,8
Área de Diagramación	19	19,8

Elaborado por: Autora

Fuente: EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA

La jornada de trabajo, es de ocho horas diarias y cuarenta horas semanales. Se realizan en dos jornadas diarias dependiendo del departamento y área, tal como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 5*  
*Jornadas de Trabajo*

<b>Departamento Administrativo</b>	<b>Horario Laboral</b>
Personal Administrativo y Comercial	De 8:30 am – 5:30pm (de lunes a viernes) De 9:00 am – 13:00 (sábados área comercial)
Personal de Distribución Personal de Radio	De 5:00 a 13:00 (de lunes a domingo) De 9:00 a 18:00 (lunes a viernes)

<i>Departamento Operativo</i>	<i>Horario Laboral</i>
Personal de Redacción	De 8:30 a 18:00 (lunes a viernes) De 9:00 a 18:00 (sábados) De 9:00 a 13:00 (domingos)
Área Producción – Personal Mantenimiento	De 8:00 a 15:00 (lunes a sábado)
Área Producción – Personal Prensa, Pre prensa e Insertos	De 18:00 a 01:00 (lunes a domingo pre prensa) De 20:00 a 02:00 (lunes a domingo prensa) De 21:30 a 03:30 (lunes a domingo insertos)

Elaborado por: Autor

Fuente: EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA

### 3.1.6. Ubicación

Se encuentra ubicada en Ibarra, Provincia de Imbabura, parroquia El Sagrario, Sector Flota Imbabura en las calles Flores 11-55 y Rafael Rosales.



**Figura 13.** Localización de la empresa EDITORES MMA CÍA LTDA

*Elaborador por: Autor*

### 3.1.7. Maquinaria

La maquinaria principal de la línea de producción en la empresa para la obtención del periódico se muestra en la Tabla 6. La misma que está clasificada por áreas, donde podemos apreciar el nombre de cada máquina, una breve descripción de sus funciones, sus respectivas dimensiones y la cantidad existentes para el proceso de producción.

*Tabla 6*  
*Maquinaria de la empresa*

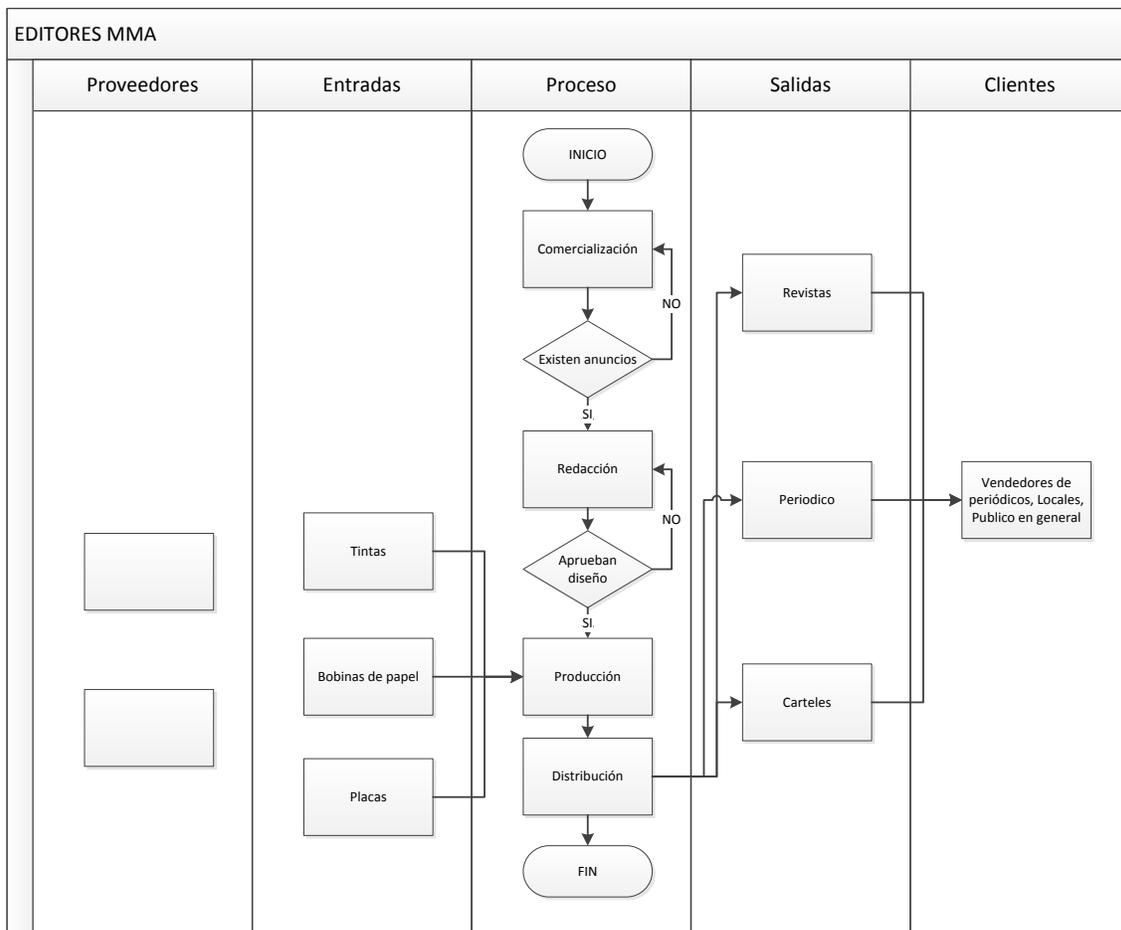
<b>MAQUINARIA</b>				
<b>Área</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Pre-Prensa</b>	Escritorio con computador	Recepción de paginas	1,1 x 0,6	1
	Maquina CTP	Filmación, revelación, lavado, engomado y secado de placas.	3,5 x 0,9	1
<b>Prensa</b>	Maquina dobladora	Doblado de placas acorde a los cilindros de máquinas Harris.	1,2 x 0,6	1
	Mesa de encamado	Se coloca un alza en las placas (grasa y papel).	1,2 x 0,6	1
	Guía de papel	Se encarga de alimentar constantemente a las maquinas Harris de papel.	1,5 x 0,9	1
	Rotativa Harris V-15 V-25	Impresión de tirajes.	1,62 x 1,81	5
	Plegadora	Corta los tirajes y dobla para hacerles páginas del periódico.	1,4 x 0,82	1
<b>Insertos</b>	Mesa de Apilación	Se apila en grupos los paginas del periódico	1,8 x 1	1
	Mesa de Embuchado	Se arma el periódico con todas las páginas impresas.	2,4 x 1,2	1
			<b>TOTAL</b>	<b>14</b>

Elaborado por: Autor

Fuente: EDITORES MMA ASOCIADOS CIA LTDA

### 3.1.1. Diagrama SIPOC

Este diagrama Supplier- Inputs-Process-Outputs-Customers más conocido como SIPOC se ejecutó con la finalidad de conocer aspectos acerca del proceso productivo, como son los distintos proveedores de materia prima a utilizar, los productos obtenidos del proceso de producción y potenciales clientes.



**Figura 14.**Diagrama SIPOC

*Elaborado por:* Autor

### **3.1.2.Descripción de Actividades del Área de producción**

#### **3.1.2.1.Proceso de pre-prensa**

Este proceso se encarga de preparar e imprimir las imágenes digitales y notas del periódico enviadas por el área de diagramación en placas térmicas, manteniendo un control pertinente de dichas placas antes de que estas sean utilizadas por el proceso de prensa.

En el proceso de pre-prensa consta de las siguientes actividades los cuales se detallara para tener un mejor conocimiento:

- Preparación de Maquinaria CTP
- Recepción de páginas
- Paginación
- Pre-impresión de placas
- Impresión de placas
- Revisión de placas filmadas y reveladas

#### **3.1.2.1.1. Preparación de Máquina CTP**

Estas actividades constan de 20 tareas las mismas que se describe a continuación:

1. Encender la maquinaria (computador y CTP).
2. Abrir y nivelar que el paso de agua que llega hasta la máquina reveladora tenga un flujo constante.

3. Seleccionar en el panel de control de la filmadora si se va a realizar una impresión manual o automática según el requerimiento del operador.  
¿La impresión es automática o manual?
4. Automática.- se escoge la opción y continuamos con la actividad 5.
5. Revisar si existen placas en el casete de carga para lo cual presionamos y escogemos la opción Set Remaining.  
¿Existe número necesario de placas en el casete de carga?
6. Si.- se aprueba y continúa con la actividad 13.
7. No.- se abre el casete de carga de la CTP escogiendo y presionando en el panel de control la opción Casete Exchange.
8. Revisar que las placas se encuentren en buenas condiciones es decir que no posean golpes u otros defectos de fabricación.  
¿Existen defectos en placas?
9. Si.- se envían las placas defectuosas a la bodega.
10. No.- se aprueban y se continúa con la actividad 11.
11. Introducir en el casete de carga las placas aprobadas retirando el papel de protección y de manera que la cara de aluminio de la placa se coloque de frente a los succionadores del casete y luego cerramos el casete.
12. Colocar en el panel de control de la CTP el número de placas que se introdujeron en la actividad 11, escogiendo la opción Set Remaining.
13. Escoger el perfil de la placa según la orden de trabajo a realizarse escogiendo la opción Set Casette.-Diario opción V-25.

14. Manual.- se selecciona en el panel de control la opción OPEN la misma que abre automáticamente la compuerta superior de la filmadora.
15. Revisar que la placa no presente defectos.  
¿Existen defectos de fabricación u otras anomalías?
16. Si.- se envía a bodega.
17. No.- se aprueba y continuamos con la actividad 18.
18. Colocar la placa de modo que la cara que contiene la emulsión se encuentre hacia arriba.
19. Se cierra manualmente la compuerta de la filmadora.
20. Seleccionar en el panel de control la opción LOAD para cargar la placa (Anexo 3).

#### **3.1.2.1.2. Recepción de páginas**

Esta actividad consta de 10 tareas las mismas que se describe a continuación:

1. Abrir del escritorio la carpeta OUT
2. Revisar el número de páginas, con el fin de conocer de cuantas páginas y tirajes será la edición del día.
3. Verificar página por página que no presente errores o defectos ortográficos, fotográficos o de texto.  
¿Existen errores de texto o de colores en imágenes?
4. Si.- comunicar al departamento de diagramación.
5. Diagramación corrige errores. Continúa actividad 2.
6. No.- se da el visto bueno y continúa con la actividad número 7.

7. Verificar si se encuentran completas las páginas del tiro o retiro para poder armar el primer tiraje de acuerdo al orden de la maqueta de compaginación.  
¿Está completo el tiro y retiro del primer tiraje?
8. No.- comunicar al departamento de diagramación que paginas está faltante para completar el tiraje y se espera hasta que sea enviada a la carpeta OUT.
9. Si.- Se da el visto bueno y continúa con las actividades del procedimiento C.
10. Comenzar a llenar el informe diario de pre-prensa donde se coloca que página del tiraje va ingresando o ya está enviada (Anexo 4).

### **3.1.2.1.3. Paginación**

Esta actividad consta de 11 tareas las que se describe a continuación:

1. Abrir del escritorio el programa Adobe InDesign CS6.
2. Abrir carpeta ID que es la que contiene los formatos de las maquetas para realizar la orden día.
3. Escoger el formato de la maqueta de compaginación según la orden (Diario: dimensión: 745 x 605; Revista: 605 x 830) mm.
4. Seleccionar las paginas existentes en el formato del software para poderlas cambiar con las páginas de la nueva orden.
5. Realizar el cambio de las páginas de la nueva orden pulsando las teclas Ctrl + Shift + D y se selecciona las páginas de la nueva orden.  
¿Se realizó el cambio de la página nueva?
6. No.- se selecciona nuevamente la página y continúa con la actividad 4.

7. Si.- Se aprueba el cambio y continuamos con la actividad 8.
8. Verificar el tiraje mediante los filtros de colores, filtro de blanco y negro pulsando las teclas Shift + F6.  
  
¿Existen errores de filtros?
9. Si.- se comunica a diagramación. Diagramación corrige el error y continúa con la actividad 4; o en su caso el jefe de producción se encargara de realizar el cambio.
10. No.- se aprueba y continúa con la actividad 11.
11. Exportar el tiraje pulsando las teclas Ctrl + P, escoger el formato Poscrip y el número de tiro o retiro a exportar, guardar el tiraje en la nueva carpeta (nombre de carpeta: fecha del día) en la carpeta OUT NEW (Anexo 5).

#### **3.1.2.1.4. Pre-impresión de placas**

Esta actividad consta de 7 tareas las que se describe a continuación:

1. Abrir del escritorio la carpeta OUT NEW.
2. Seleccionar la carpeta con fecha de la orden creada en el procedimiento C actividad 11 que contiene los tiros y retiros.
3. Abrir el software True Flow.
4. Hacer click en el Icono HF&TICKER del cual se desplazarán las opciones de formato de pre-impresión de color del CTP y escoger las opciones de color: Magenta Amarillo Negro y Cian.
5. Arrastrar con el mouse el tiro y retiro de la carpeta OUT NEW al Icono Hot Folder del software para que se envíen los datos de impresión a la CTP.

6. Hacer click en el icono Progress en el cual se revisa si el tiro y retiro enviado está cargándose para ser filmado y revelado en la placa térmica.
7. Aprobar la impresión del tiro y retiro haciendo click en la opción  una vez que ya se haya cargado en la maquina CTP y esta se encuentre preparada para la impresión (Anexo 6).

#### **3.1.2.1.5. Impresión de placas**

Esta actividad consta de 4 tareas las que se describe a continuación:

1. El casete de carga se encarga de succionar la placa para trasportarlo a la maquina filmadora.
2. La máquina CTP (filmadora) se encarga de filmar mediante un láser la cara de la placa que tiene la emulsión.
3. Una vez filmada la banda transportadora se encarga de llevarla al revelador.
4. La placa filmada es revelada, enjuaga engomada y secada (Anexo 7).

#### **3.1.2.1.6. Revisión de placas filmadas y reveladas**

Esta actividad consta de 4 tareas las que se describe a continuación:

1. Revisar placa por placa que no posea manchas, que los iconos correspondan al texto e imagen, que la densidad de la placa este acorde a los requerimientos de la maquina Harris.
- ¿Existen errores de impresión en las placas?

2. Si.- se envía la placa a la bodega.
3. Se corrige errores en el Programa InDesign y se continúa con el procedimiento B actividad 3.
4. No.- se aprueba y se continúa con la actividad 5.
5. Revisar que las placas se encuentren marcadas con la serie del color a que corresponden (M: magenta; Y: amarillo; K: negro; C: azul).  
¿Existen errores de serie del color en las placas?
6. Si.- se envía la placa a bodega.
7. Se corrige los errores en el software True Flownet siguiendo el procedimiento D actividad 4.
8. No.- se aprueba y se envía al proceso de prensa (Anexo 8).

### **3.1.2.2. Proceso de prensa**

Este proceso se encarga de prensar el contenido de la placa en el papel manteniendo un control sobre los colores que deben poseer los textos e imágenes los cuales deben estar acorde a los parámetros establecidos.

En el proceso de prensa consta de las siguientes actividades los cuales se detallara para tener un mejor conocimiento:

- Encendido de maquinaria
- Doblado de placas

- Encamado
- Preparación de maquina rotativa
- Inserción del papel
- Cambio de placas
- Impresión de tirajes.

#### **3.1.2.2.1. Encendido de maquinaria**

Esta actividad consta de 4 tareas las que se describe a continuación:

1. Abrir la puerta del panel de control.
2. Encender el compresor y cerrar la puerta del panel.
3. Encender las máquinas que se encuentran en secuencia dentro de la caja de control.
4. Encender ventilador (Anexo 9).

#### **3.1.2.2.2. Doblado de placas**

Esta actividad consta de 14 tareas las que se describe a continuación:

1. Llevar las placas de área de pre-prensa a la maquina dobladora.
2. Revisar el filo guía de la placa es decir el lado de la placa donde se encuentra perforado.
3. Subir las barras de sujeción (distancia a la cual debe llegar la plancha) y ajustarla.
4. Colocar la placa en la base de doblado teniendo en cuenta que el filo de la plancha llegue a la barra de sujeción.
5. Girar hacia la derecha la perilla para encender el motor de aire de la dobladora.

6. Desajustar las barras de sujeción y bajarlas.
7. Girar hacia la izquierda la perilla para apagar la maquina dobladora.
8. Bajar los brazos de prensa y ajustarlos con el seguro de brazos.
9. Quitar el seguro de pinza del brazo de prensa N°1 y bajar la pinza ejecutando el doblado de placa.
10. Subir la pinza del brazo N°1 y colocar el seguro de pinza.
11. Mover el mango superior del brazo de prensa N°2 hacia la derecha y sostenerlo, quitar el seguro de pinza del brazo de prensa N°2, bajar la pinza ejecutando el otro doblado de la placa.
12. Subir la pinza del brazo N°2 haciendo caer el mango y colocar el seguro de pinza.
13. Retirar los seguros de brazo de los dos brazos de prensa y subirlos respectivamente.
14. Retirar la placa doblada (Anexo 10).

### **3.1.2.2.3. Encamado**

Esta actividad consta de 7 tareas las que se describe a continuación:

1. Llevar las placas hasta el área de encamado.
2. Colocar la placa térmica sobre la mesa de trabajo de manera que la cara que es de aluminio se encuentra hacia arriba.
3. Verificar las placas que correspondan a los colores Y=amarillo (tiro y retiro) y K=negro (retiro).

¿Las placas corresponden a los colores amarillo y negro?

4. Si.- debemos elegir papel cuche de manera que cubra toda la cara de la placa y continuamos con la actividad 5.
5. No.- debemos elegir papel prensa (Diario) de manera que cubra toda la placa y continuamos con la actividad 5.
6. Esparcir grasa de forma uniforme sobre la toda la placa colocando el papel correspondiente.
7. Cortar el excedente de papel que sobresale de la placa con la ayuda de una cuchilla.  
(Anexo 11)

#### **3.1.2.2.4. Preparación de máquina rotativa**

Esta actividad consta de 8 tareas las que se describe a continuación:

1. Preparar la solución fuente mezclando 150 ml de solución en 5 galones de agua para el color negro.
2. Mezclar en otro recipiente 200 ml de solución fuente en 5 galones de agua para color amarillo, azul y magenta.
3. Verter el contenido de solución fuente de cada mezcla en su respectivo contenedor, el cual se encarga de distribuir en cada máquina rotativa.
4. Abrir las llaves en cada torre (HARRIS V-15 y V-25) para que permita el paso de la mezcla de agua y solución fuente.
5. Verificar que el clavijero o tintero contenga la suficiente cantidad de tinta.  
¿El clavijero o tintero tiene suficiente tinta?
6. SI.- se aprueba y se continúa con la actividad inserción de papel.

7. NO.- el operador se traslada a la bodega donde recoge del tanque la tinta necesaria (4kg de tinta) para llenar los clavijeros de la Harris V-25.
8. Colocar la tinta en el clavijero del tiro y retiro de cada máquina rotativa y repetir el proceso para cada color (magenta, azul, amarillo, negro) y se continúa con la actividad Inserción de papel (Anexo 12).

### **3.1.2.2.5. Inserción de papel**

Esta actividad consta de 13 tareas las que se describe a continuación:

1. Revisar si la bobina de papel es suficiente para la orden de producción del día.  
¿La bobina tiene la capacidad suficiente para terminar la orden del día?
2. Si.- se aprueba y continuamos con la actividad 13.
3. NO.- se realiza el cambio de bobina siguiendo los pasos de la actividad 4.
4. Vaciar el rodillo de espaldilla de la bobina presionando el elemento interior de la válvula del rodillo.
5. Retirar el núcleo de la bobina de papel utilizado.
6. Cortar las cubiertas laterales de la bobina y retirarlas.
7. Introducir el rodillo de espaldilla en la nueva bobina de papel.
8. Medir la distancia que existe desde el borde del freno del rodillo hasta el borde lateral de la bobina, haciendo coincidir las siguientes medidas:
  - Desde el filo de freno del rodillo de espaldilla hasta la parte lateral de la bobina 39 cm en caso que la bobina tenga un espesor de 700mm (diario).

- Desde el filo de freno del rodillo de espaldilla hasta la parte lateral de la bobina 42 cm en caso que la bobina tenga un espesor de 650mm (suplementos).
  - Desde el filo de freno del rodillo de espaldilla hasta la parte lateral de la bobina 32 cm en caso que la bobina tenga un espesor de 860mm (revista travesuras o cuatro dobleces).
9. Llenar de aire el rodillo de espaldilla con ayuda de la del compresor hasta que quede bien sujeto con el núcleo de la bobina.
  10. Subir la bobina de papel con ayuda de la grúa que posee la máquina.
  11. Colocar el rodillo de espaldilla que contiene la nueva bobina de manera que coincida con el soporte de rodillos y retirar la grúa.
  12. Retirar la cubierta con el papel que tiene fallas por el mal manejo en la bobina de papel.
  13. Introducir el papel en medio de los cilindros porta mantillas y en los compensadores de cada V-15 y V-25, también en la maquina guía de papel, en el plegador y el folder de manera que las hojas se ubiquen simétricamente (Anexo 13).

#### **3.1.2.2.6. Cambio de placas**

Esta actividad consta de 10 tareas las que se describe a continuación:

1. Distribuir las placas en cada Harris V-15 y V-25 de acuerdo al color correspondiente y la letra marcada.
2. Desajustar con la llave de hexágono el seguro del gatillo de trinquete de los cilindros de placas superior e inferior para poder cambiar las placas de la orden anterior.

3. Desajustar con la llave de boca fija (1 pulgada) el carrete de barra del cilindro hasta que los bordes de la placa salgan del mismo.
4. Presionar el botón INCH de la maquina V-25 seguidamente con el botón SLOWER para que los dos cilindros puedan rotar y a la vez sacar las placas.
5. Revisar el borde de la placa que posee un solo doblez para introducirlo en el borde anterior del cilindro superior e inferior de la máquina.  
  
¿La placa es de tiro o retiro?
6. TIRO.- Medir 8cm desde el borde de cilindro de placas hasta el filo de la plancha térmica y continuar con la actividad 20.
7. RETIRO.- Medir 8,5 cm desde el borde de cilindro de placas hasta el filo de la plancha térmica y continuamos con la actividad 20.
8. Presionar el botón INCH seguido del botón SLOWER para que el cilindro realice un giro completo y posteriormente presionar el botón STOP para poder enganchar la placa al borde posterior del cilindro.
9. Ajustar con la llave de boca fija hasta que el carrete de barra tensione la plancha en el cilindro de placas.
10. Bloquear el seguro del gatillo de trinquete para que no exista ningún desajuste de la placa en el cilindro (Anexo 14).

#### **3.1.2.2.7. Impresión de tirajes**

Esta actividad consta de 11 tareas las que se describe a continuación:

1. Colocar el número de orden de pedidos del día en el panel de control de la plegadora.

2. Presionar el botón INCH seguido del botón SLOWER en el panel de control para que las cuatro torres de la maquina rotativa empiecen a trabajar.
3. Presionar los botones de presión de las mantillas, giro de rodillos de agua y tinta en cada torre.
4. Presionar en el panel de control de la plegadora el botón FASTER, de manera que la maquina realice el primer arranque.
5. Revisar que los colores se encuentren centrados y que las imágenes estén acorde a las órdenes de publicidad.  
¿Los colores se encuentran dentro del parámetro?
6. Si.- se aprueban y se continúa con la tarea 8.
7. No.- se modifica en la torre o Harris que presente el color fuera de rango, realizando un movimiento lateral y circunferencial en los cilindros de igual manera ajustando las llaves del clavijero.
8. Aprobar el arranque final de la maquina una vez que todos los colores estén centrados y dentro de los parámetros de la orden de publicidad para la impresión del tiraje.  
¿Termino orden de producción?
9. Si.- se aprueba y continúa con el proceso de Insertos.
10. No.- se realiza el cambio de placas del nuevo tiraje y se continúa con la actividad preparado de máquina rotativa tarea 12.
11. Registrar la orden una vez terminada la producción (Anexo 15).

### **3.1.2.3. Proceso de insertos**

Este proceso se encarga de insertar los tirajes impresos en prensa de manera que el periódico, revista quede en su totalidad armado, embalado y listo para su distribución.

En el proceso de insertos consta de las siguientes actividades las cuales se detallara para tener un mejor conocimiento:

- Apilación del tiraje
- Embuchado
- Empaque

#### **3.1.2.3.1. Apilación del tiraje**

Esta actividad consta de 5 tareas las que se describe a continuación:

1. Esperar en la mesa final de la banda transportadora la recepción de las unidades ya impresas e ir agrupando en lotes.
2. Transportar los grupos de unidades impresas a las mesas de trabajo en el área de insertos.
3. Dividir la orden de trabajo equitativamente a cada embuchador según la orden de pedido de producción del día y el número de embuchadores.
4. Golpear las unidades levemente contra la mesa para poder manipular de mejor manera.
5. Contar cada tiraje y formar lotes de 50 unidades (Anexo 16).

### 3.1.2.3.2. Embuchado

Esta actividad consta de 11 tareas las que se describe a continuación:

1. Verificar si el tiraje es diario o complementos.  
¿Tiraje es diario o complementos?
2. Complemento.- apilar en lotes y llevarlo a corte y grapado en Grafinorte.
3. Diario.- esperar hasta que este impreso el segundo tiraje.  
¿El diario lleva suplementos, revista o publicidad?
4. Si.- se inserta el suplemento, revista o publicidad en el centro del primer tiraje.
5. No.- se aprueba y se continúa con la tarea 6.
6. Recoger de la mesa al final de la banda transportadora el lote del siguiente tiraje y llevarlo a insertos.
7. Golpear las unidades del siguiente tiraje levemente contra la mesa de manera que se forme los respectivos dobleces y se facilite el armado del periódico.
8. Colocar los lotes ya ordenados del primer tiraje a la izquierda y el lote del siguiente tiraje a la derecha.
9. Insertar los tirajes de manera que un tiraje ingrese en el centro del tiraje recién impreso.  
¿Se terminó de insertar el Diario?
10. No.- se recoge el tiraje continúa con la tarea 7 hasta terminar de embuchar el diario.
11. Si.- se aprueba y se envía a empaque (Anexo 17).

### **3.1.2.3.3. Empaque**

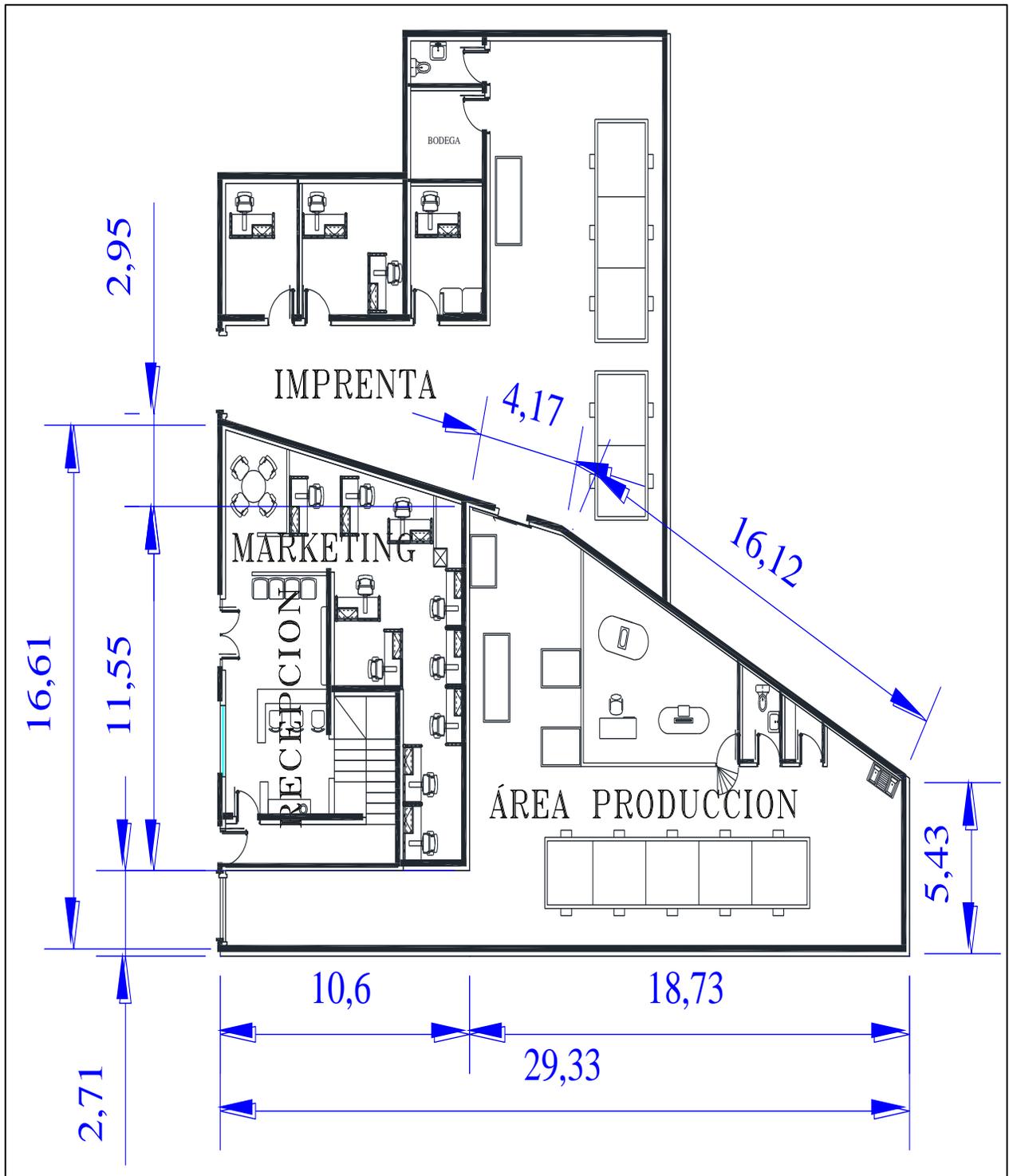
Esta actividad consta de 5 tareas las que se describe a continuación:

1. Preparar materiales de empaque.
2. Revisar orden de distribución en los diferentes puntos de venta.
3. Empacar cada orden de distribución con el respectivo material de empaque.
4. Retirar las órdenes de las mesas de trabajo de los embuchadores.
5. Apilar las órdenes en la puerta de entrada de tal modo que quede listo para su distribución (Anexo 18).

### **3.1.3. Distribución de la Empresa**

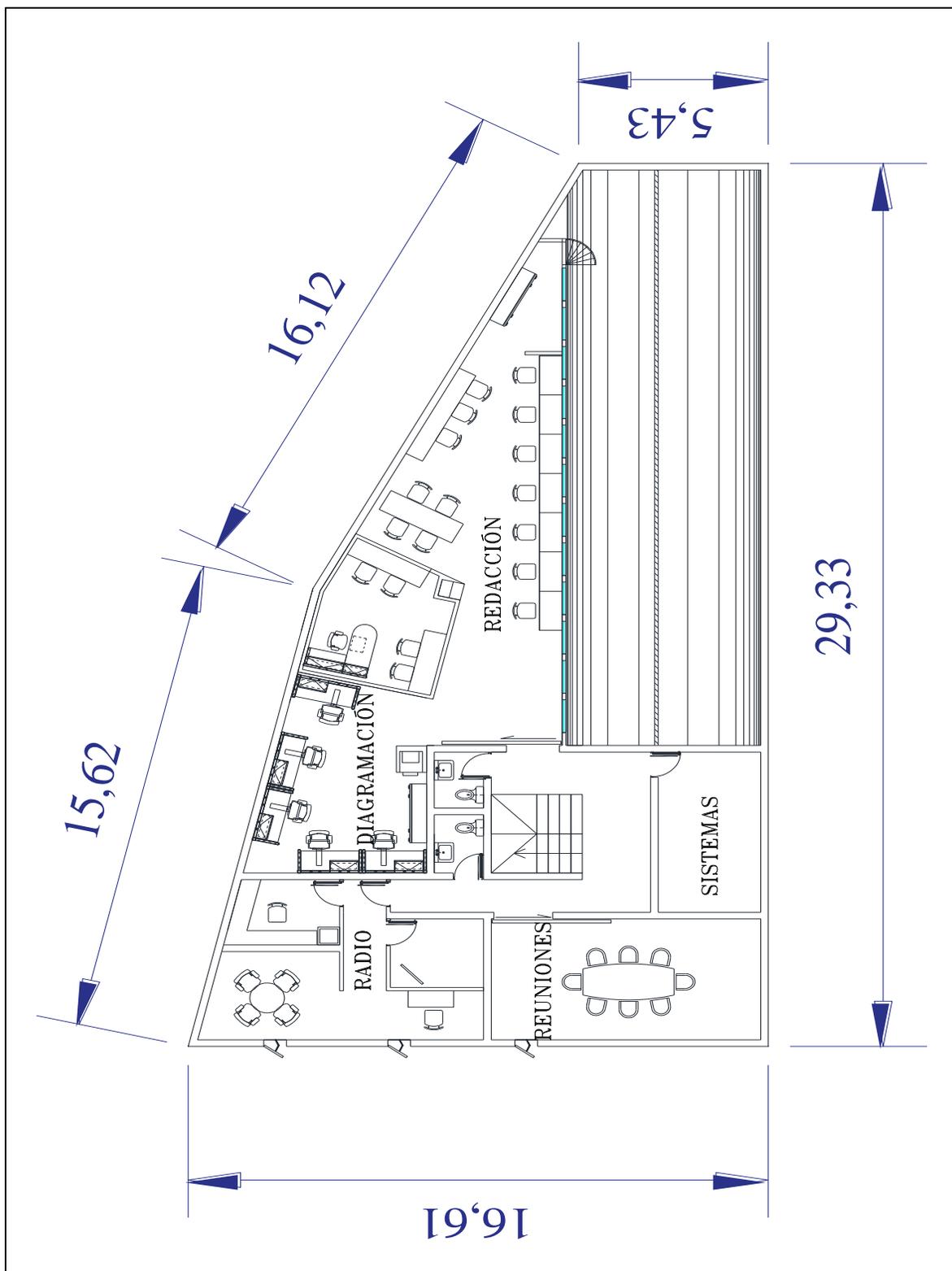
La empresa Editores MMA actualmente consta de tres plantas las cuales están distribuidas de la siguiente manera:

- Planta baja están las áreas de Grafínorte imprenta, recepción, máquetin, producción, en la parte de imprenta también se encuentra la bodega da materia prima como lo muestra la figura 35.
- Segunda planta se encuentra distribuido el área de radio difusión sala de reuniones, departamento de sistemas, área de diagramación y redacción (Figura 36).
- Tercera planta donde se encuentra la parte administrativa como es gerencia, el área de talento humano y una sala de reuniones (Figura 37).



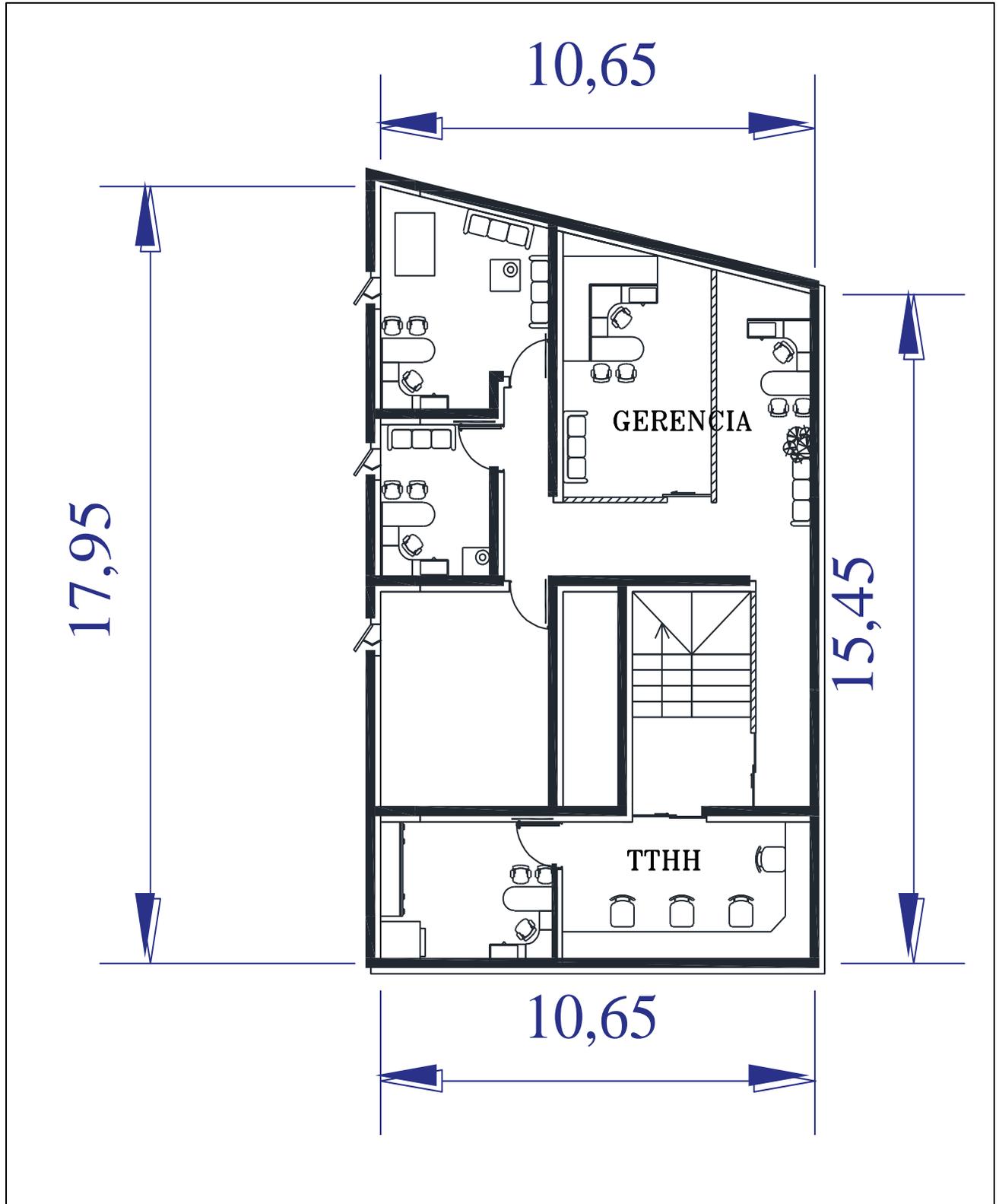
*Figura 15: Planta baja*

*Elaborado por: Autor*



*Figura 16. Segunda planta*

*Elaborado por: Autor*



*Figura 17. Tercera planta*

*Elaborado por: Autor*

La organización mantuvo desde el inicio de sus actividades problema en la distribución de sus respectivas áreas de trabajo motivo que tuvieron a adaptarse al diseño de infraestructura existente, y por ende el espacio entre máquinas no es el apropiado en el área objeto de estudio, así como también las condiciones de iluminación, ventilación y ruido son inadecuadas (área de pre-prensa, Figura 35). Estos ambientes de trabajo generaron distintos efectos en el personal y área de estudio: desorganización en el proceso de producción, Congestión en los pasillos, probabilidad de ocurrencia de accidentes, baja producción en el personal.

Otra de las causas por la que se necesita diseñar nuevas instalaciones es que en la planta actual existen una áreas que se la está implementando como bodega de materia prima generando incomodidad en el proceso de Grafinorte (Figura 15) ya que este proceso es muy distinto al de producción y no tienen ninguna relación, generando esto la interrupción de sus proceso.

## **CAPÍTULO IV**

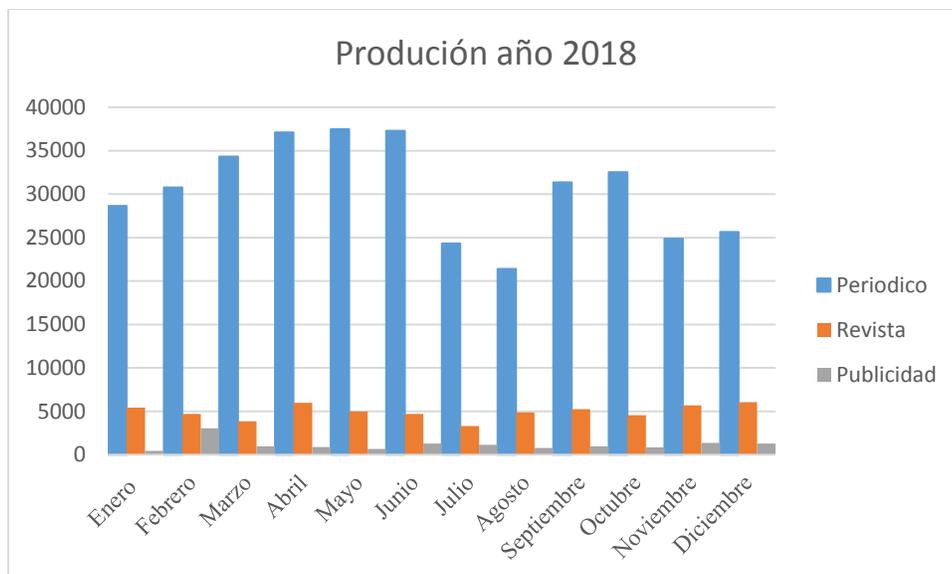
A continuación se procederá a buscar la distribución en planta más apropiada para las nuevas instalaciones de la empresa, esto se lo realizara con las distintas metodologías investigadas, la información recopilada en el anterior capítulo será la base para encortar la distribución que se acople a las necesidades y exigencias del proceso productivo, esto se lo realizara teniendo en cuenta la normativa vigente en cuestión de seguridad industrial.

### **4.1. DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

#### **4.1.1.SOLUCIÓN (SLP)**

##### **4.1.1.1.Primer fase de definición /cuantificación**

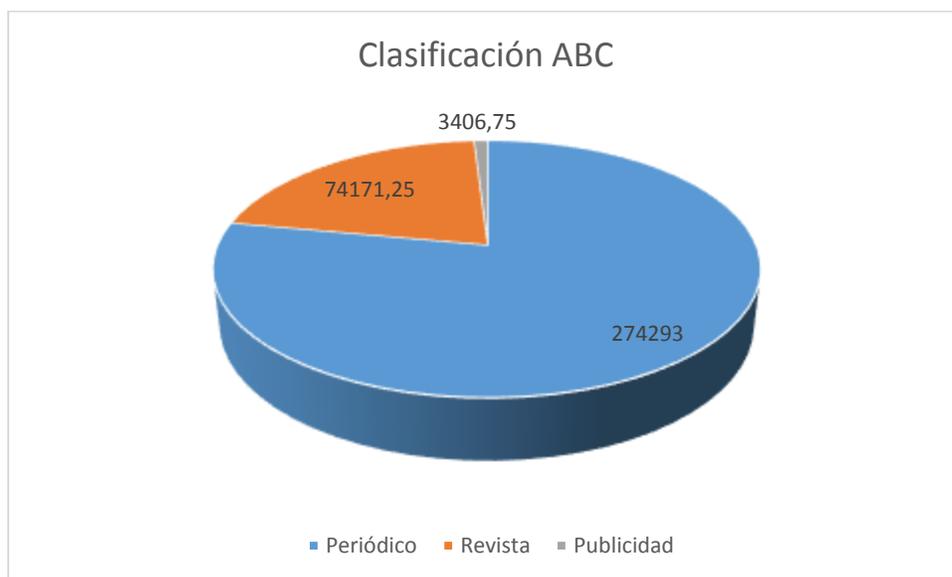
Por medio de un histograma se estableció los productos de manera descendente con el propósito de identificar las cantidades más relevantes dichas cantidades de cada producto se establecieron mensualmente y fueron basadas en un periodo de producción pasado (año 2018).



**Figura 18. Histograma de productos**

**Elaborado por: Autor**

En el histograma anterior se puede visualizar las cantidades de producción del año 2018 de los distintos productos.



**Figura 19. Cosificación de productos (ABC)**

**Elaborado por: Autor**

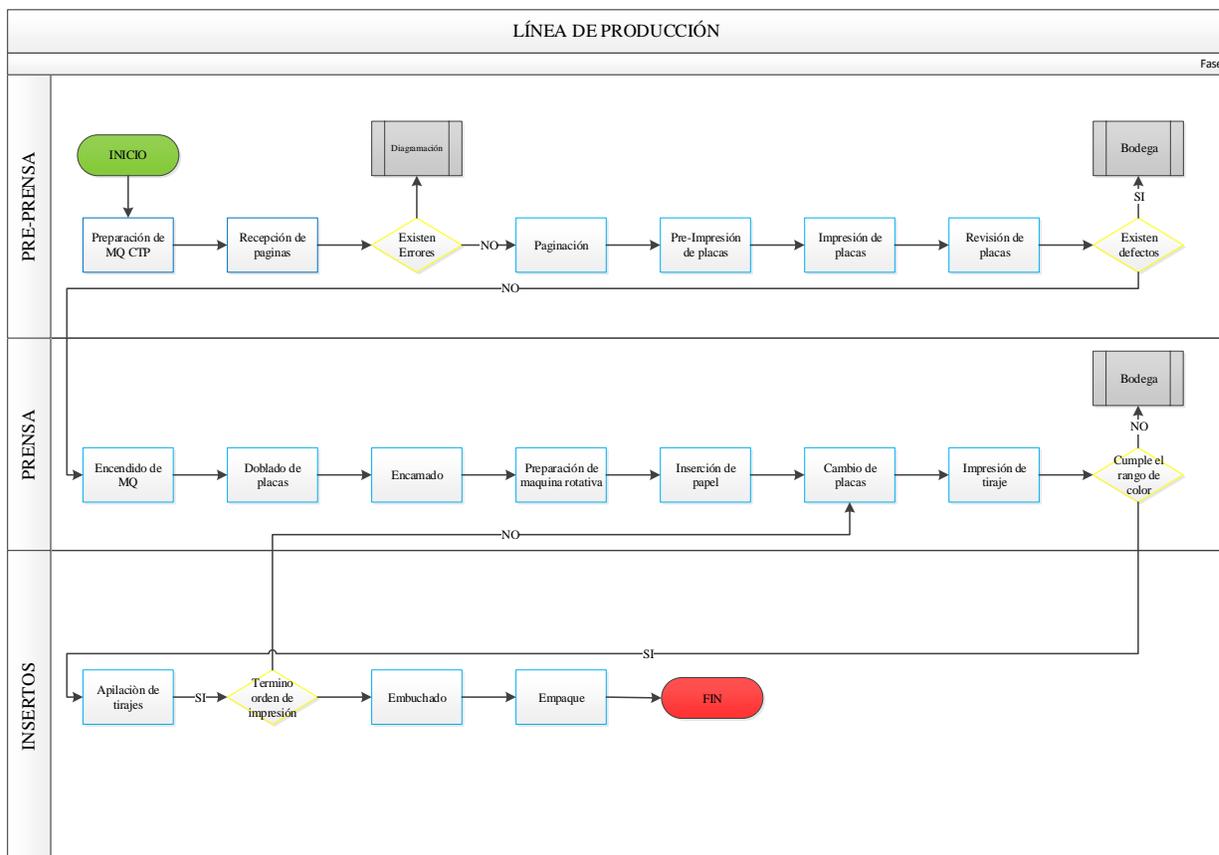
Con la finalidad de confirmar el producto más importante que produce la empresa, realizamos una clasificación ABC, tomando en cuenta los precios de cada producto con la cantidad generada en el 2018. Dando como producto estrella el periódico que represente el mayor porcentaje de ingreso que tiene la empresa.

#### **4.1.1.2.Segunda fase de análisis**

En esta fase de análisis se encuentran diferentes etapas como son: el cálculo y flujo de materiales, relación entre las actividades, el cálculo de superficies, diagrama relacional de actividades y de espacios, factores influyentes, limitaciones prácticas.

#### **Flujo de material**

En esta etapa flujo de material se usa una tabla de descripción de las maquinarias que se basa en las fichas técnicas de cada una de las mismas que interviene en el proceso de producción (Anexo 19), esta tabla recopila información de las fichas técnicas referente a: dimensiones de la máquina, cantidad existentes de las mismas en la empresa, características técnicas y tipo de corriente requerida.



**Figura 20.** Diagrama de Flujo de la línea de producción

*Elaborado por:* Autor

Por medio del diagrama de flujo se puede identificar y secuenciar las actividades realizadas dentro del área objeto de estudio. Partiendo de las actividades ya identificadas se procede a realizar un diagrama OTIDA con la finalidad de representar gráficamente la sucesión cronológica del recorrido de material en el área de estudio.

Actividades		O	T	I	D	A	Tiempo	metros
1	Preparación de MQ CTP	○	➔	■	◐	▼	11,8	5
2	Recepción de paginas	○	➔	■	◐	▼	5,89	0
3	Paginación	○	➔	■	◐	▼	3,13	0
1	Transporte operador	●	➔	■	◐	▼	0,16	3
4	Pre-impresión	○	➔	■	◐	▼	7,3	0
5	Impresión de placas	○	➔	■	◐	▼	39,38	1
1	Revisión de placas	●	➔	□	◐	▼	1,72	0
2	Traslado de placas	●	➔	■	◐	▼	1,14	4
6	Encendido de MQ	○	➔	■	◐	▼	0,45	5
7	Doblado de placas	○	➔	■	◐	▼	7,62	6
8	Encamado	○	➔	■	◐	▼	9,77	2
3	Traslado de placas	●	➔	■	◐	▼	0,46	5
9	Preparación de MQ rotativa	○	➔	■	◐	▼	27,76	14
4	Traslado de papel	●	➔	■	◐	▼	3,38	5
10	Inserción de papel	○	➔	■	◐	▼	7,68	10
5	Traslado de bobina de papel	●	➔	■	◐	▼	8,57	12
11	Cambio de placas	○	➔	■	◐	▼	9,9	5
12	Impresión de tiraje	○	➔	■	◐	▼	27,83	10
2	Cumple rango de color	●	➔	□	◐	▼	1,25	0
1	Apilación de tirajes	●	➔	■	◐	▼	1,08	1
13	Embuchado	○	➔	■	◐	▼	5,83	0
14	Empaquetado	○	➔	■	◐	▼	1,72	1
TOTAL							183,82	89

*Figura 21. OTIDA*

*Elaborado por: Autor*

El diagrama anterior muestra todos los movimientos; operaciones, transportes, inspecciones, demoras, almacenamientos existentes en todo el proceso de producción adicional a esta

información encontramos un tiempo promedio recogido gracias a la observación realizada al proceso de producción. Para completar el diagrama OTIDA se desarrolló el diagrama de recorrido con el objeto de analizar la distribución de las áreas de trabajo.



*Figura 22. Diagrama de recorrido de la línea de producción*

*Elaborado por: Autor*

En el momento de realizar el diagrama de recorrido se identificó desorganización en el flujo productivo ya que la secuencia entre actividades no está bien definida. También se visualizó que los espacios entre los pasillos son muy angostos y no permite el paso de materia prima generando acumulación de producto en el proceso.

### Cálculo de superficies

Por medio de las fichas técnicas de cada maquinaria y los requerimientos de cada actividad en forma individual se efectuó el cálculo de superficies el mismo que permitió establecer las necesidades de cada área de trabajo con respecto al espacio a utilizar, considerando la normativa legal vigente para los espacios de trabajo como lo estipula el REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES en el capítulo II.

*Tabla 7*  
*Cálculos de espacios*

1. Área de Materia prima							
Bodega	Cantidad	Radio x Ancho (m)			Dimensión T (m)		
Materia prima	24	0,5 x 1			3 x 4		
2. Área de pre-prensa							
Puesto de trabajo, maquinas	Cantidad	Dimensiones (m)			Dimensiones T (m)		
Computador escritorio	1	1,1	x	0,6	6,2	x	
Maquina CTP	1	3,5	x	0,9			3,9
3. Área de prensa							
Maquina dobladora	1	1,2	x	0,6	17,4	x	
Mesa de encamado	1	1,2	x	0,6			
Maquina alimentadora	1	1,8	x	0,9			4,5
Maquina Harris	5	1,68	x	1,81			
Maquina separadora	1	1,2	x	0,82			
4. Área de insertos							
Mesa de apilado	1	1,8	x	1	5,8	x	
Mesa de embuchado	1	2,4	x	1,2			3,8

Elaborado por: Autor

La maquinaria fue agrupada tomando en cuenta el flujo de producción, especialmente las maquinarias del área de prensa donde se unieron actividades secuenciales para reducir espacios de recorrido en la tabla anterior se tomó en cuenta normativa vigente para realizar el cálculo de las menciones necesarias para centros de trabajo, según el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores en el capítulo dos.

*Tabla 8*  
*Dimensiones y áreas*

N	Área o Departamentos	Dimensiones (m)	Área (m)
1	Materia prima	3 x 4	12
2	Pre-prensa	6,2 x 3,9	24,18
3	Prensa	17,4 x 4,5	78,3
4	Insertos	5,8 x 3,8	22,04

Elaborado por: Autor

La tabla 8 contiene las dimensiones de los distintos departamentos de trabajo, la cual se obtuvo a partir del cálculo de los espacios realizados.

### **Relación entre actividades**

La relación entre actividades se basó en la agrupación realizada en el cálculo de superficies, con la ayuda del listado se elaboró una matriz relacional de actividades figura 43. En dicha matriz contiene las actividades tienen que estar más cerca. Conjuntamente se muestra el área necesaria de cada departamento.

*Tabla 9*  
*Códigos y motivos de relación*

Código	Motivo o causa	Código	Tipo de relación
1	Flujo productivo	A	Absolutamente importante
2	Suministro de materiales	E	Especialmente importante
3	Inspección y control del producto	O	Ordinaria
		U	Sin importancia

Elaborado por: Autor

La tabla anterior muestra los motivos por los cuales se relacionan las actividades y los tipos de relación existente entre las mismas.

1, Área de materia prima	12 m <sup>2</sup>			
2, Área de pre-prensa	24,18m <sup>2</sup>	E		
3, Área de prensa	78,3m <sup>2</sup>	2	A	
4, Área de insertos	22,04m <sup>2</sup>	A	2	X
		1		
		A	U	
		1		

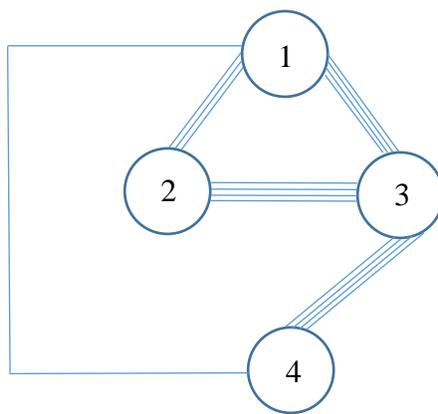
**Figura 23.** *Relación entre actividades*

*Elaborado por: Autor*

En la matriz especifica los departamentos y las relaciones por lo cual deben mantenerse cerca o deben alejarse, las circunstancias o los motivos o por los que se tienen que relacionar (valor del motivo) y también nos especifica el área determinada por cada departamento.

### Diagrama relacional de actividades

Por medio del diagrama relacional de actividades se puede apreciar la información contenida en la matriz relacional de actividades en una forma de diagrama. Empezamos dibujando las actividades de mayor jerarquía como se lo explica en la tabla de códigos y motivos de relación. En la figura 24 podemos apreciar el diagrama y sus respectivas relaciones entre las actividades.

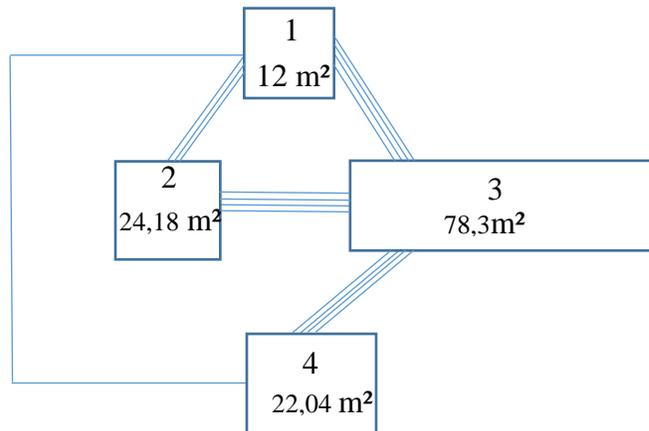


*Figura 24. Relacional de actividades*

*Elaborado por: Autor*

### Diagrama relacional de espacios

Una vez obteniendo las respectivas dimensiones de las distintas áreas o departamentos de trabajo y elaborar el diagrama relacional de actividades se procedió a fabricar el respectivo diagrama relacional de espacios, en el cual se tiene que asignar el área requerida para cada actividad, conservando las relaciones entre cada actividades. Al momentos de realizar este diagrama con los espacios disponible del lugar de implantación el resultado es un primer esquema de distribución en planta.



*Figura 25. Relacional de espacios*

*Elaborado por: Autor*

#### **4.1.1.3. Tercera fase de síntesis**

En la fase de síntesis de planeación sistemática de distribución de planta (SPL) se toma en cuenta factores que influyen en el diseño de distribución en planta del área de producción:

- En la línea de producción, la actividad o proceso anterior al área objeto de estudio se encuentra en la planta superior pero no es necesario tener acceso al mismo ya que la información que se transmite es digital y no requiere que esta área se encuentre cerca de objeto de estudio por tal motivo no sufriremos retraso en tiempos de transporte por traslado de material.
- En la línea de producción, la actividad siguiente del área de producción, la última tendría que ser la de producto terminado o almacenamiento, pero debido que el proceso no requiere mantener una área destinada para dicha actividad se utiliza el lugar asignado a

de insertos ya que el producto se despacha de forma inmediata y por ende no requiere de un espacio dentro de la empresa.

- Luego de analizar el área para cada puesto de trabajo definido por la normativa de seguridad y salud (Decreto Ejecutivo 2393), teniendo en cuenta un área segura de trabajo donde incorpore a la maquinaria. Se tiene que incluir los pasillos de circulación de los trabajadores, los cuales son diseñados según el Capítulo II de dicho reglamento, para el libre acceso a los distintos sitios de trabajo.
  
- Por pedido de la gerencia y pronosticando que en un futuro se implementaran 3 máquinas Harris en el área de Prensa se considera designar este espacio para que en un futura no afecte al proceso, es decir la dimensiones de esta área (17,4 x 4,5) m se modificaría a (22,3 x 4,5) m.
  
- De la misma manera no se puede modificar el área asignada para traslado de grafinorte (Imprenta), que pertenece al grupo corporativo del norte por ese motivo ya se designó un espacio dentro de la planta.

Teniendo en cuenta lo antes descrito y una posibilidad de trasladar toda la empresa a futuro en las nuevas instalaciones se elaboró dos opciones de distribución en planta, iniciando desde el diagrama relacional de espacios posteriormente se fue modificando de acuerdo a requerimientos de confort y seguridad del puesto de trabajo.

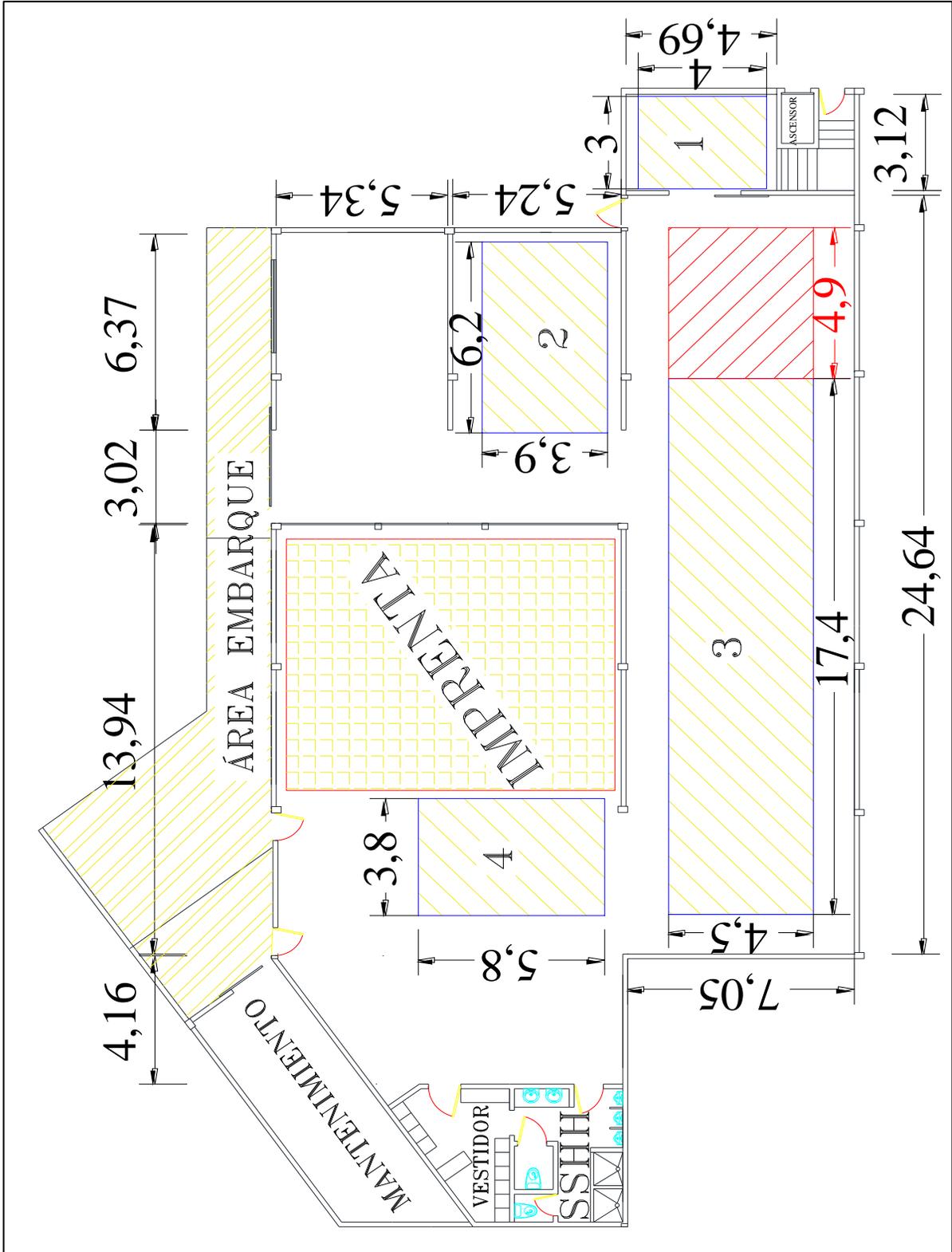


Figura 26. Primera opción de distribución

Elaborado por: Autor

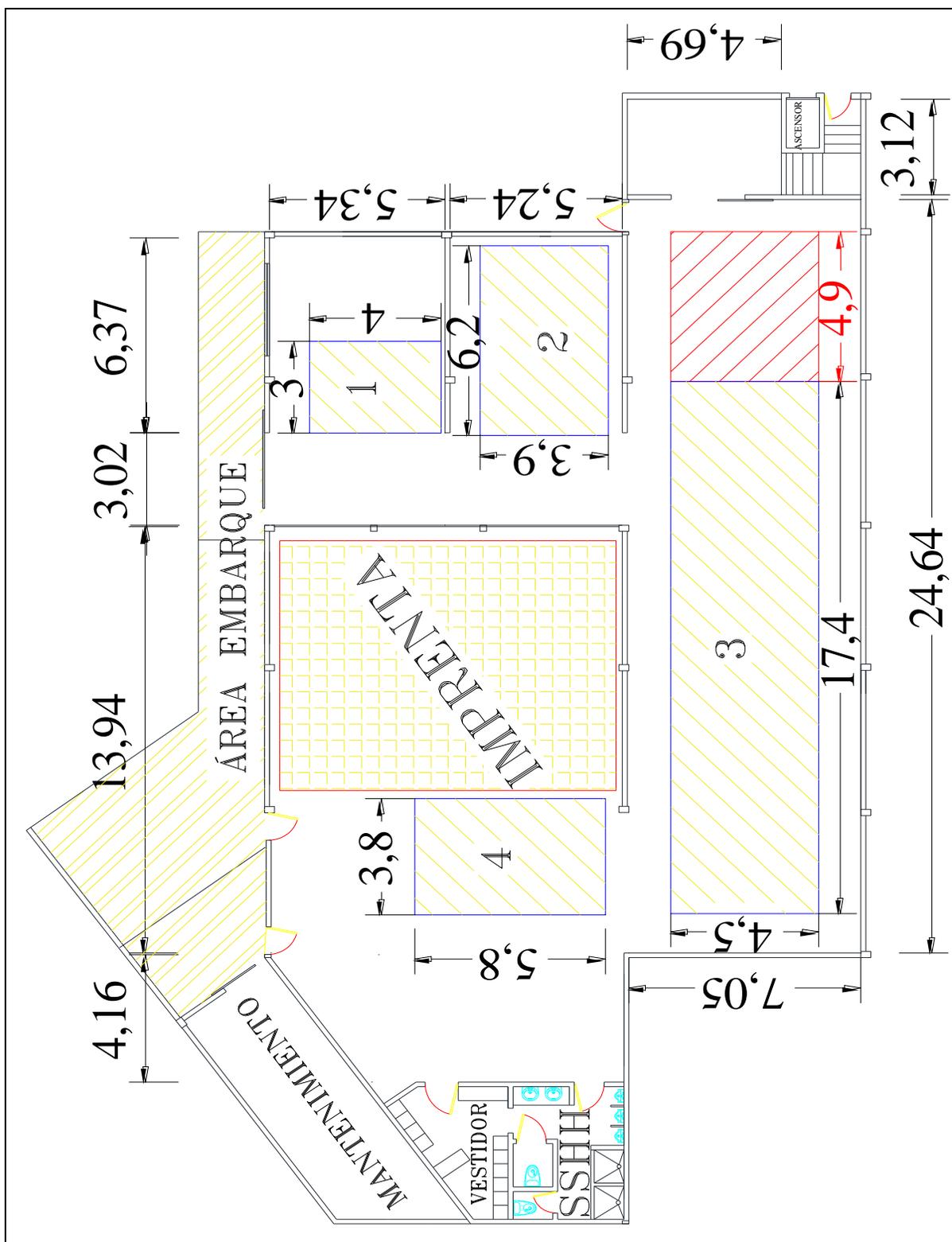


Figura 27. Segunda opción de distribución

Elaborado por: Autor

#### 4.1.1.4. Cuarta fase de evaluación y selección

Una vez obtenido las dos opciones propuestas de distribución en la fase de síntesis, se realizó un análisis con el propietario y el personal responsable del área de producción la cual interactúa con las máquinas y saben los requerimientos necesarios de los espacios físicos y son los expertos en el momento de plantear y ponderar criterios de selección entre las alternativas propuestas.

El análisis realizado a las alternativas obtenidas para la distribución más adecuada en base a los parámetros establecidos con el personal de producción, el propietario de la empresa y la persona de encargada de la construcción de la planta. La evaluación que muestra la tabla 10 se la realizara mediante una escala del 1 hasta el 10 en donde 10 será de mayor consideración.

*Tabla 10*  
*Análisis de alternativas para la distribución*

objetivos	Peso	Opciones	
	%	1	2
El flujo de comunicación con las actividades anteriores y posteriores del área es directa.	20	8	7
Posibilidad de implementar maquinaria.	10	7	7
Eficiente de la utilización del espacio disponible.	10	8	7
El flujo de materiales no posee interrupciones es secuencial.	25	9	8
Existe posibilidad de ajustar la distribución actual.	20	8	8
Disminución al momento de trasladar el material.	15	8	7
Calificación	100	8	7.3

Elaborado por: Autor

Al instante de analizar los resultados obtenidos en la tabla 10 se puede concluir que la opción número uno es mejor y se acopla a las nuevas instalaciones y las necesidades del proceso industrial presentando todas las comodidades de seguridad para presentar un ambiente de trabajo seguro.

Método de planeación Sistemática de Distribución en Planta es un modelo cualitativo el cual se basa para obtener una solución de distribución factible que se abarque necesidades del área de producción. Posteriormente a este método cuantitativo CORELAP, tiene la finalidad de corroborar la solución definida por el método de planeación sistemática de distribución en planta.

#### **4.2. MÉTODO CORELAP**

En la propuesta de mejoramiento se ingresaron los datos del problema de distribución en planta, en el cual se proporciona la información sobre el número de departamentos que interactúan en la distribución en planta, cada departamento consta con su respectiva área expresada en metros cuadrados, el nombre del área y la espacio total disponible de las instalaciones.

Se procede a insertar los valores del peso de proximidad entre las áreas o departamentos, para que el algoritmo valore la relación en una matriz sistemática entre cada departamento, por lo que solo es necesario ingresar las constantes (A, E, I, O, U, X) en letras mayúsculas cuyo valor de la constante más significa o que es importan entre los departamentos se sitúen juntos, caso contrario, un valor de constante menor significa que no es importante y por ende los departamentos no se sitúen juntos. Los datos se muestran en el Anexo 21.

Posteriormente se despliega nueva pantalla de presentación de resultados en la cual se obtiene los siguientes datos:

- La importancia y el orden de cada departamento en función de su afinidad con los demás según los índices que el diseñador ha introducido. La secuencia de importancia se expresa por el ratio total de proximidad TCR (total closeness rating).
- Si existen departamentos con el mismo valor de TCR por ende tendrá mayor preferencia aquel que consta con dimensiones superiores.
- Se desplegara un mensaje de color azul el cual nos indica la de Superficie Requerida la misma que es calculada por el programa al ingresar los datos de cada áreas de los departamentos y en rojo la Superficie Disponible, delimitada por estructura del nuevo edificio ( Anexo 23).
- La presentación de resultados consiste en dos procesos interactivos: el orden en que fueron colocados los departamentos y la solución grafica de cómo fueron colocados los departamentos en la posición más adecuada (Anexo 25).

Luego de analizar la solución de distribución en planta cuantitativa es importante resaltar que nos proporciona un orden de los departamentos, donde establecen un flujo productivo factible y por ende no es la asignación del área que ocupa cada uno de ellos en la planta. Esto es consecuencia que el programa genera un área rectangular de instalaciones y el área donde requiere implementar la línea de producción no es de forma rectangular. Por consecuencia es necesario realizar un reajuste al resultado obtenido por del programa para obtener la solución final de distribución en planta deseada.

La opción definitiva sobre la distribución en planta se puede apreciar en la Figura 26, donde constan sus respectivas medidas de cada departamento el largo y ancho, el espacio para circulación del material y personal, la ubicación de las máquinas.

### 4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La estimación de la distribución en planta propuesta se ejecutó cualitativamente, en la cual se puede apreciar las mejoras del diseño de distribución en planta planteado en la tabla 11 donde se coteja la distribución en planta originaria y los resultados de la distribución en planta propuesta.

*Tabla 11*  
*Indicador cualitativo*

<b>Principios de distribución en planta</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesta 1</b>
<i>Integración de conjunto</i>	- Materia prima sin ubicación	- Bodega de materiales
<i>Distancia mínima recorrida</i>	- El abastecimiento de materia prima (no tenía un lugar fijo designado) e interfería en otro proceso	- Disminución en distancias recorridas e integración de las áreas de trabajo
<i>Flujo de materiales</i>	- Máquinas localizadas empírica - Acumulación de materia prima en el proceso	- Secuenciación de operaciones - Delimitación de los centros de trabajo
<i>Espacio cúbico</i>	- exageradas distancias en el flujo de trabajo	- Ubicación de toda la maquinaria efectivamente
<i>Seguridad y satisfacción</i>	- No se puede transitar debido al material localizado en los centro de trabajo - No existe suficiente espacio	- Delimitación de los pasillos - Centros de trabajo seguros

<i>Flexibilidad</i>	- Espacio insuficiente para reorganización la operación	- Posibilidad incorporar mas Maquinas en el proceso
<i>Orden</i>	- Operación desorganizada en el proceso	- los centros de trabajo se encuentran ordenados según la secuencia de actividades

Elaborado por: Autor

## CAPÍTULO V

### 5.1. Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1.1. Conclusiones

1. Se analizó la información recolectada sobre la temática de distribución en planta en los cuales se basó la presente investigación, permitiendo diferenciar las distintas metodologías usadas en el presente para el diseño de distribución en planta.
2. El análisis del proceso actual permitió conocer su estructura organizativa, identificar la fuerza de trabajo, material que interviene en el mismo, espacios requeridos para los centros de trabajo y el flujo de material.
3. La distribución existente en la planta actual permitió identificar que el espacio designado para la maquinaria era insuficiente en los centros de trabajo y no permite tener una expansión en el proceso de presa en el cual se incorporar más maquinaria.
4. Se aplicó la planeación sistemática de distribución en planta en la que se obtuvo una solución de distribución en planta factible la que se ajusta a las necesidades requeridas por la empresa, después de haber evaluado más alternativas de solución en conjunto con el personal de producción y el dueño de la empresa.

5. Se utilizó la metodología cuantitativa CORELAP con la finalidad de contrastar la solución obtenida con el SLP, logrando que las dos metodologías de distribución en planta coincidan en sus resultados finales.
6. La propuesta de distribución en planta final (alternativa 1) permitió definir el recorrido del objeto de trabajo del área de estudio, reduciendo así el traslado de los materiales utilizados en la producción por medio de la identificación clara y ordenada de los departamentos de trabajo.
7. Mediante el uso de indicador de desempeño se evaluó la distribución actual con la propuesta obtenida por los métodos SLP y CORELAP de manera cualitativa donde se visualiza mejoras en distintos aspectos; mínima distancia de recorrido, flexibilidad, satisfacción y seguridad, etc.

### **5.1.2. Recomendaciones**

1. Implementar la distribución en planta obtenida para las nuevas instalaciones de la empresa con el propósito de mejorar las condiciones de seguridad y trabajo, por medio de la organización del proceso productivo en el área objeto de estudio.
2. Diseñar mapas de evaluación de riesgos y de evacuaciones de acuerdo a normativas vigentes para salvaguardar la integridad de los trabajadores en cada una de sus áreas, considerando mediciones de riesgos de iluminación, ruido, calor térmico, vibraciones e iluminación.

3. Ejecutar un diseño de distribución en planta antes de edificar nuevas instalaciones con la finalidad de conocer los espacios requeridos para las áreas de trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de expansión de la empresa y su flexibilidad para así no tener problemas al momento de incorporar las maquinarias y no tener espacios subutilizados o a su vez una falta de infraestructura.

**Bibliografía**

- Casals, M., & Forcada, N. (2008). *Diseño de complejos industriales. Fundamentos*. Barcelona: Edicions UPC.
- Decreto Ejecutivo 2393, E. (17 de 11 de 1986). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento de Medio Ambiente de Trabajo. Ecuador.
- Desarrollo, S. N. (21 de 07 de 2017). Plan Nacional del Buen Vivir. *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Muther, R. (1981). *Distribucion en planat*. Barcelona: MaGraw Hill.
- Palacios, L. C. (2009). *Ingeniería de Métodos movimientos y tiempos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Platas, J. A., & Cervantes, M. I. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias*. México: Grupo Editorial Patria.
- Sánchez, C., & Bravo, D. (2011). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/81375345/Distribucion-en-Planta-Libro-RC>
- Schroeder, R. G., Goldstein, S. M., & Rungtusanatham, M. J. (2011). *Administración de operaciones Conceptos y casos contemporáneos*. Mexico: Mc Graw Hil.
- Vallhonrat, J., & Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención*. Barcelona : Marcombo S.A.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Empresa Editores MMA CIA LTDA



### ANEXO 2: Área de la empresa

- Área de pre-prensa







➤ Área de prensa





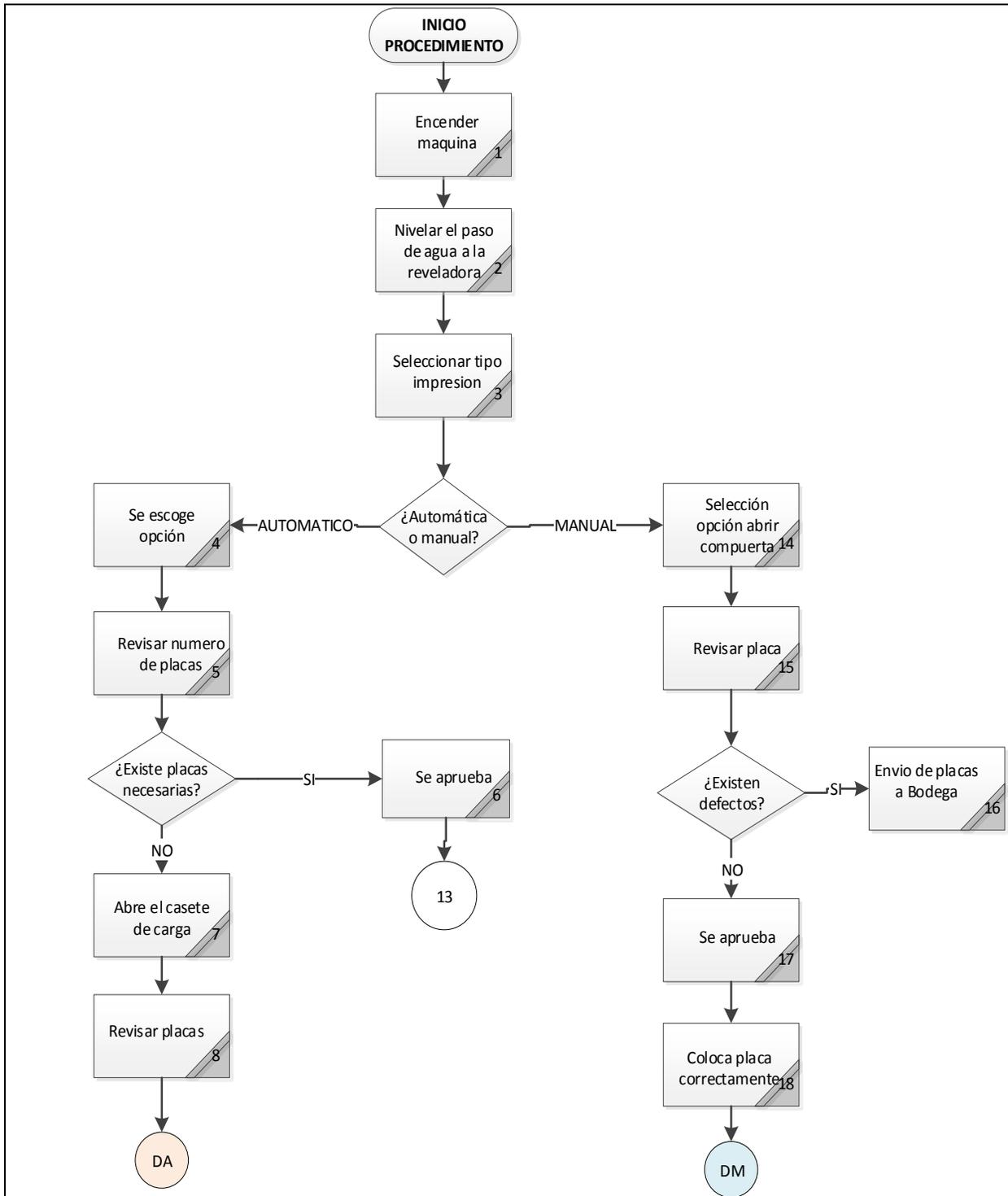


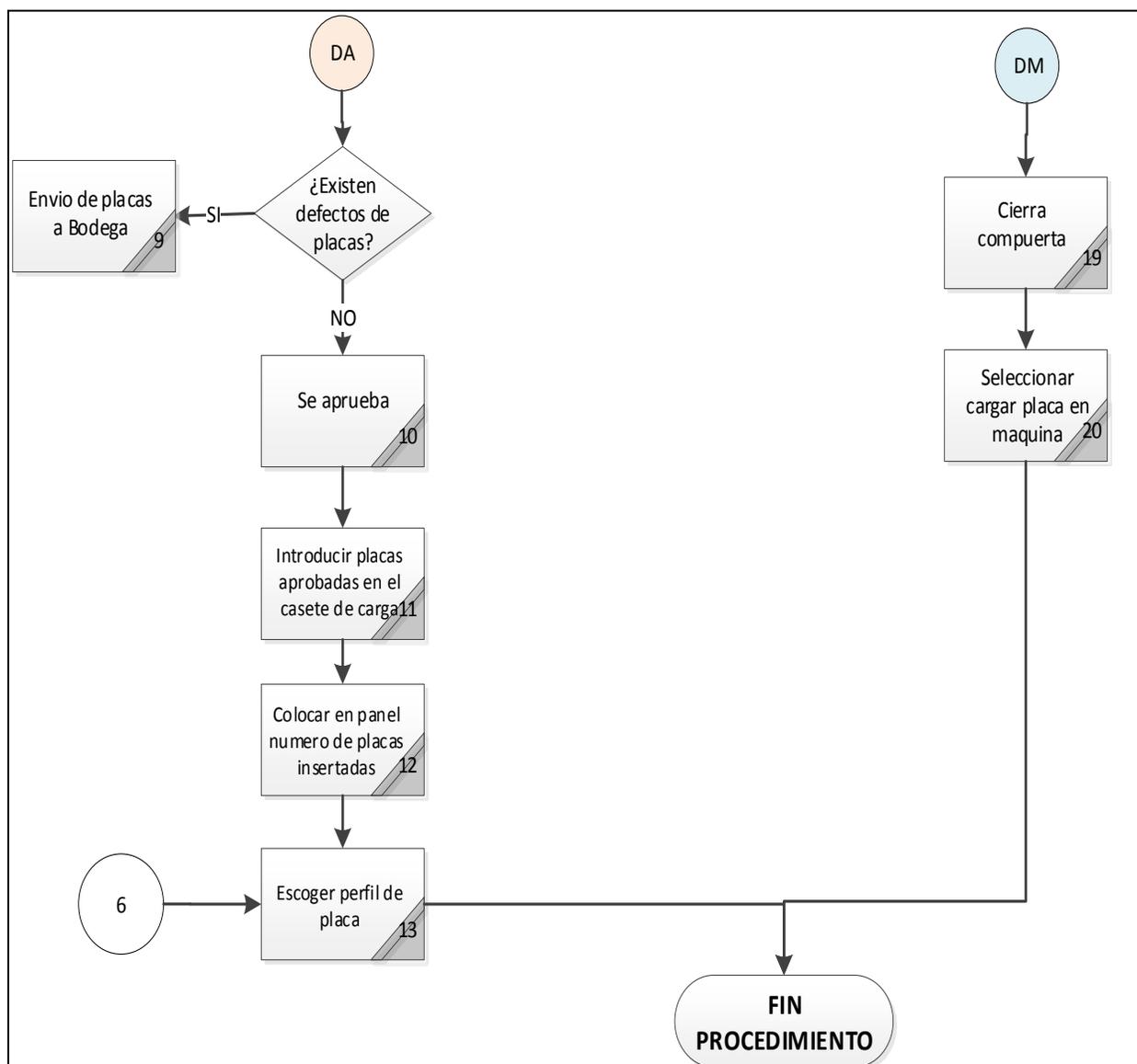
Área de insertos



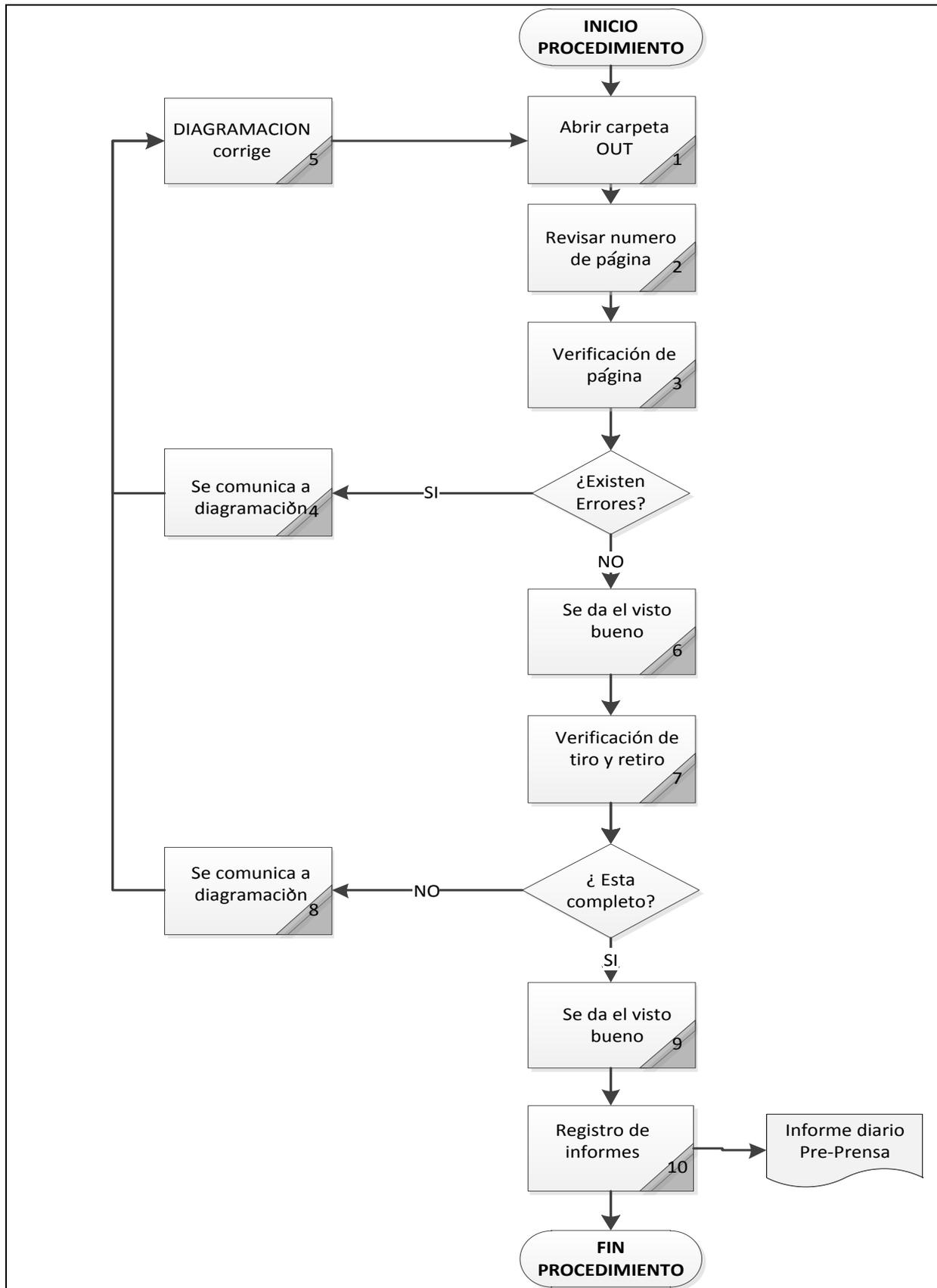


**ANEXO 3: Diagrama de flujo preparación de máquina CTP**

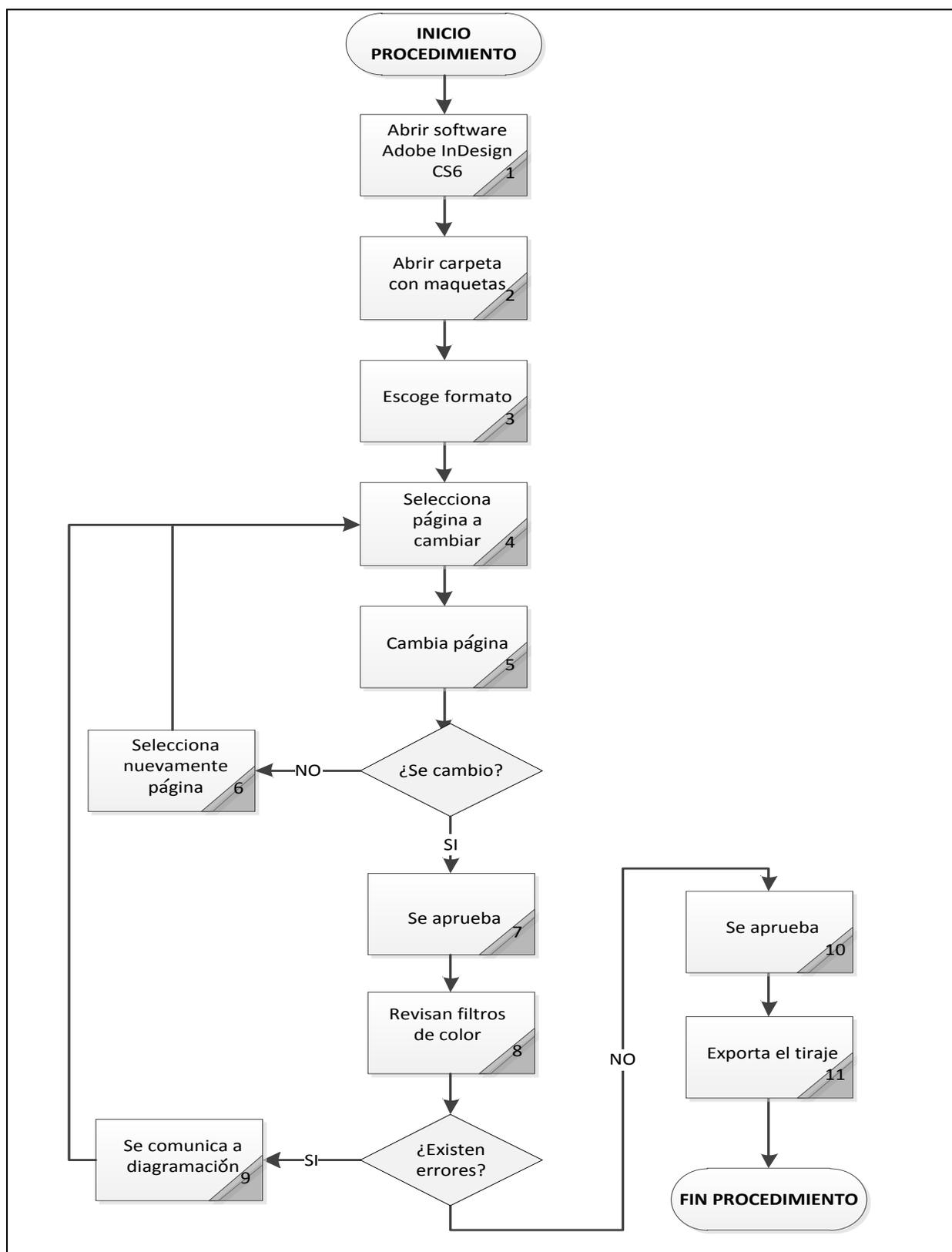


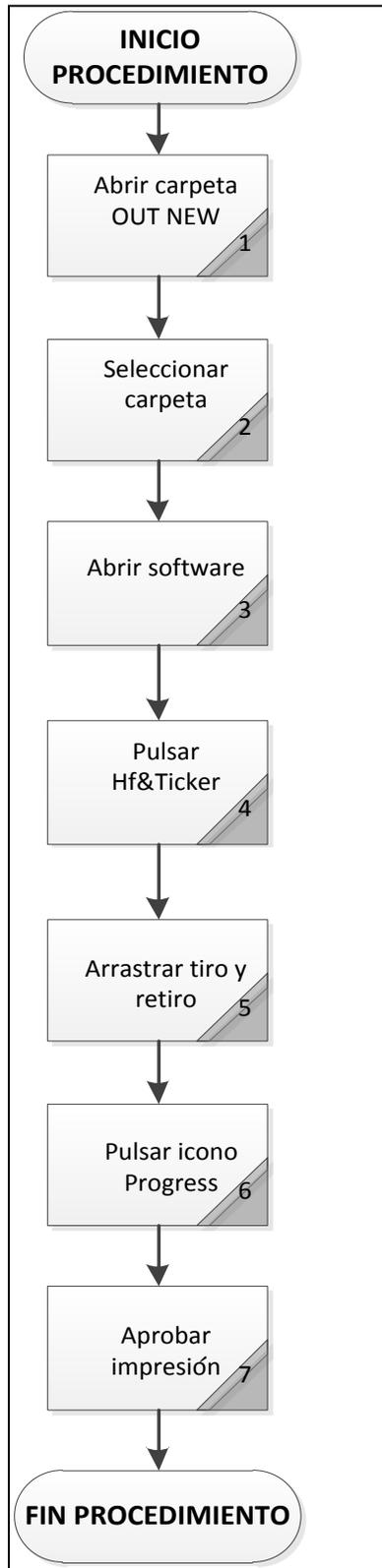


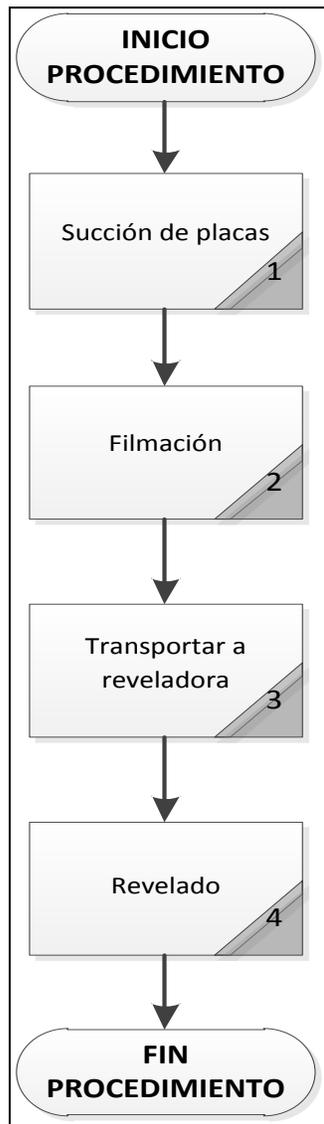
## Anexo 4: Diagrama de flujo recepción de paginas

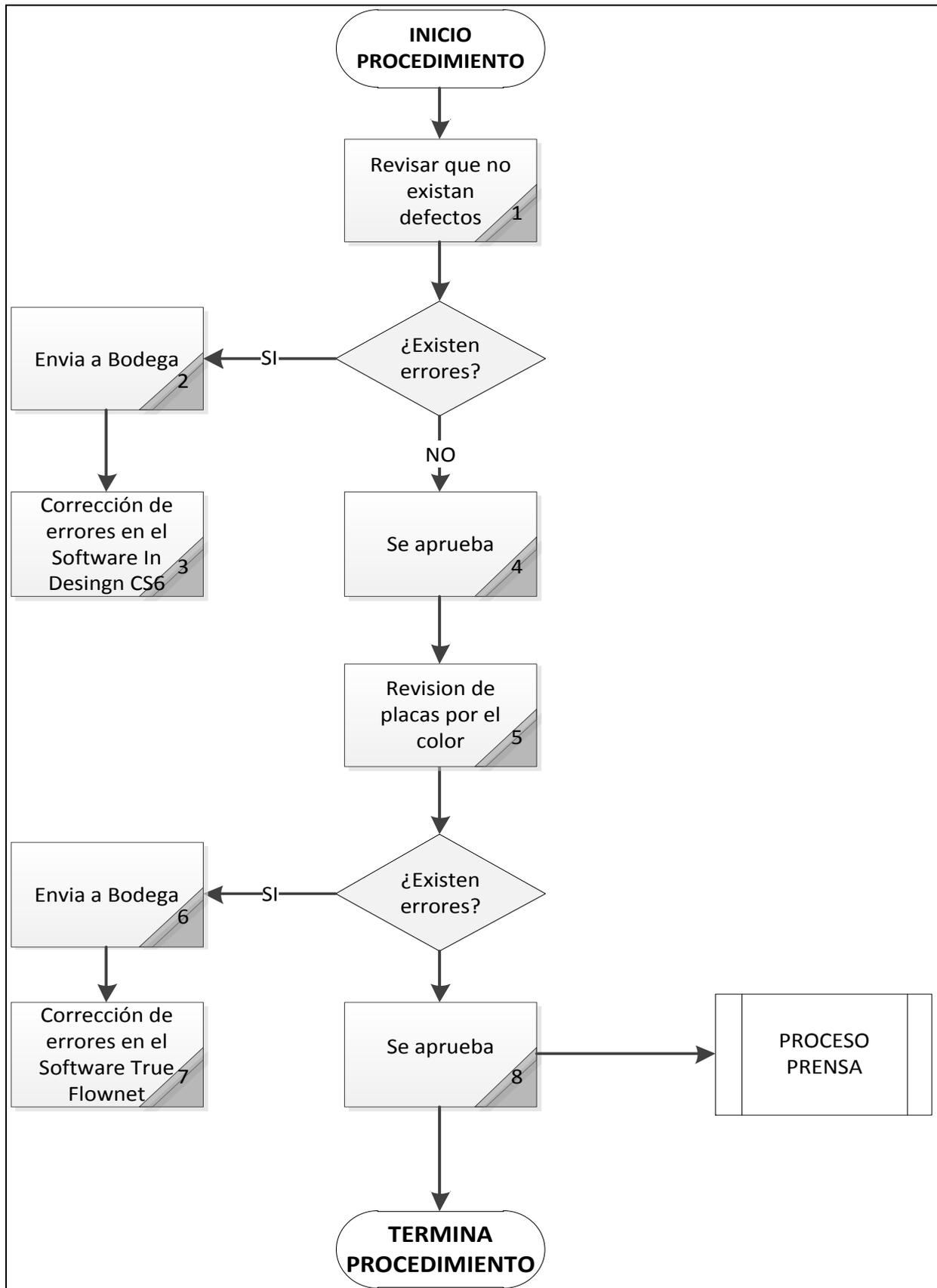


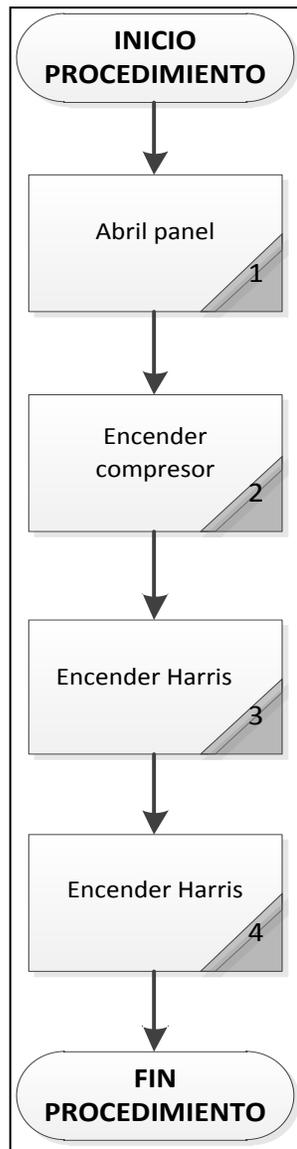
## ANEXO 5: Diagrama de flujo paginación

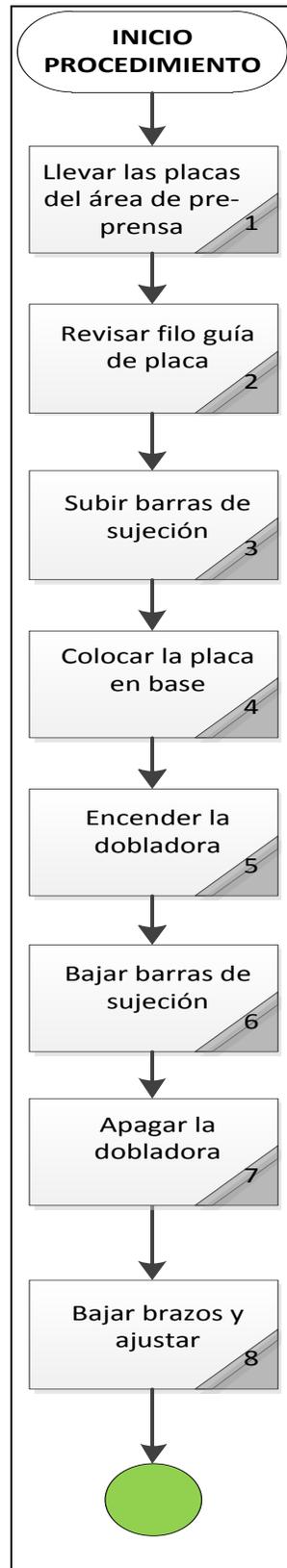


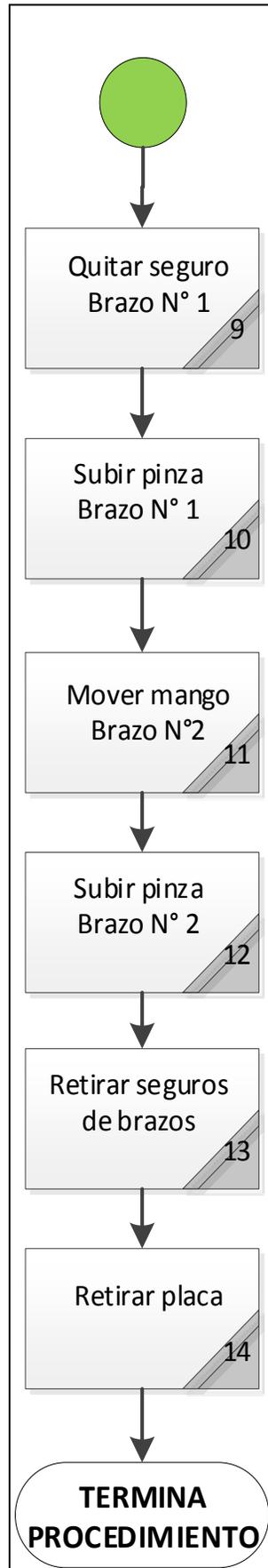
**ANEXO 6: Diagrama de flujo pre impresión de placas**

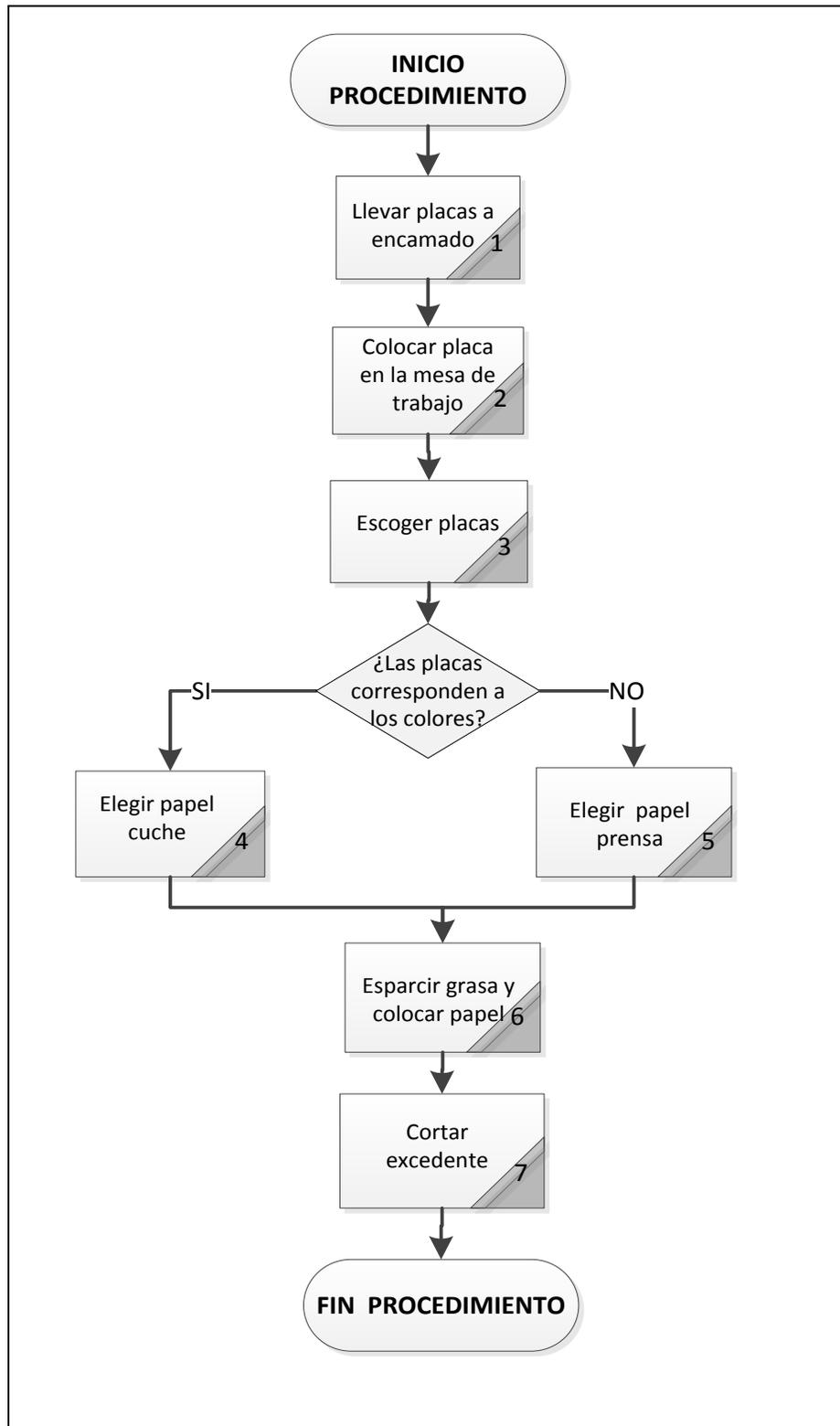
**ANEXO 7: Diagrama de flujo impresión de placas**

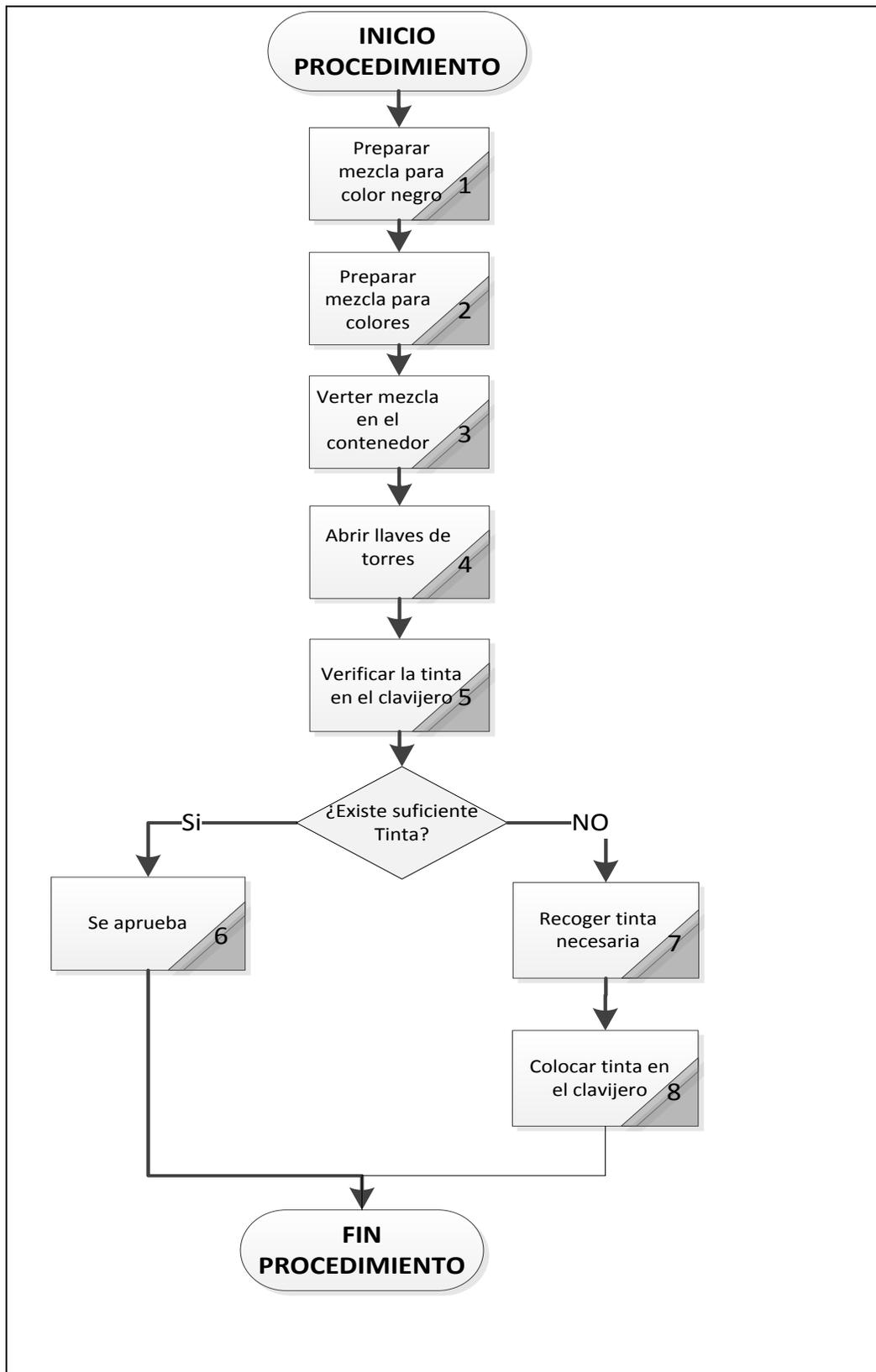
**ANEXO 8: Diagrama de flujo revisión de placas filmadas y reveladas**

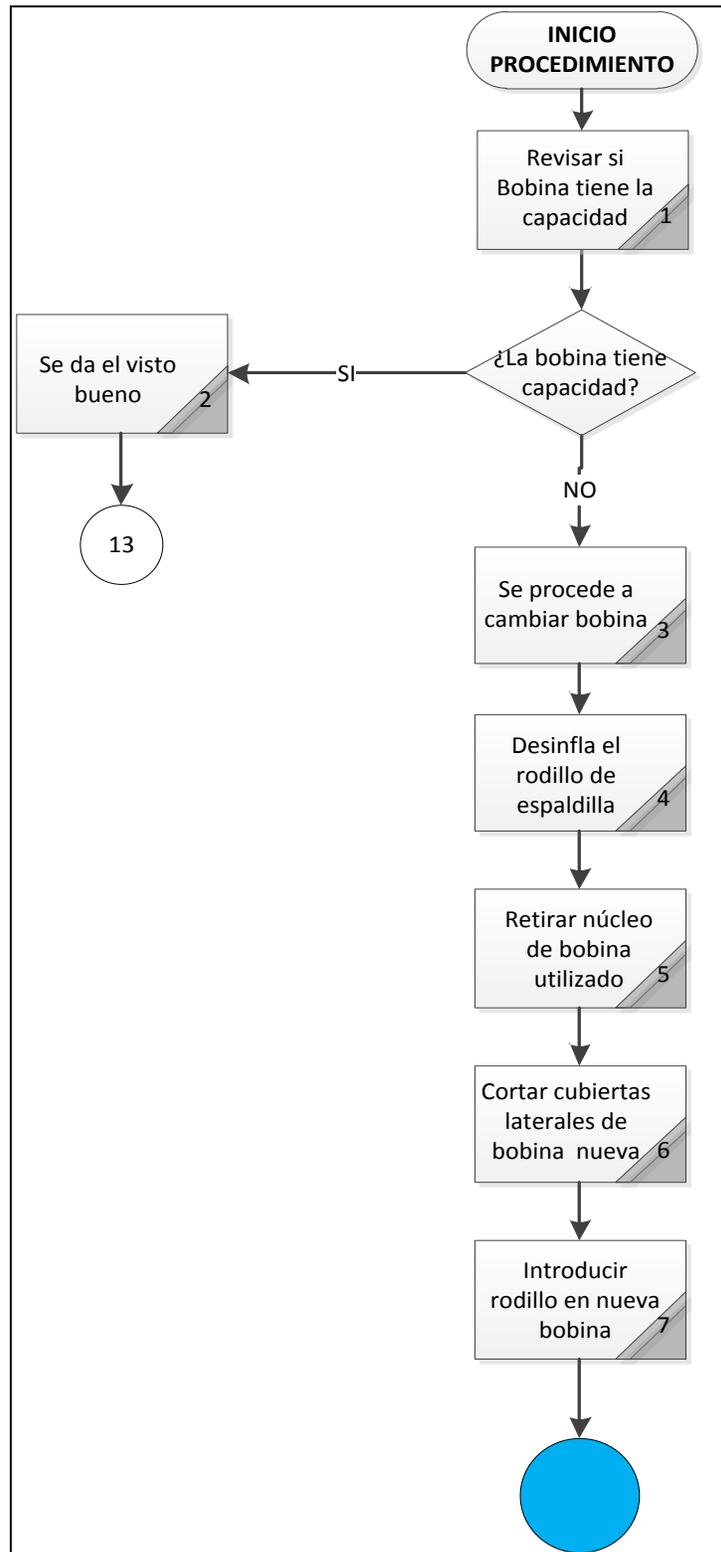
**ANEXO 9: Diagrama de flujo encendido de máquina**

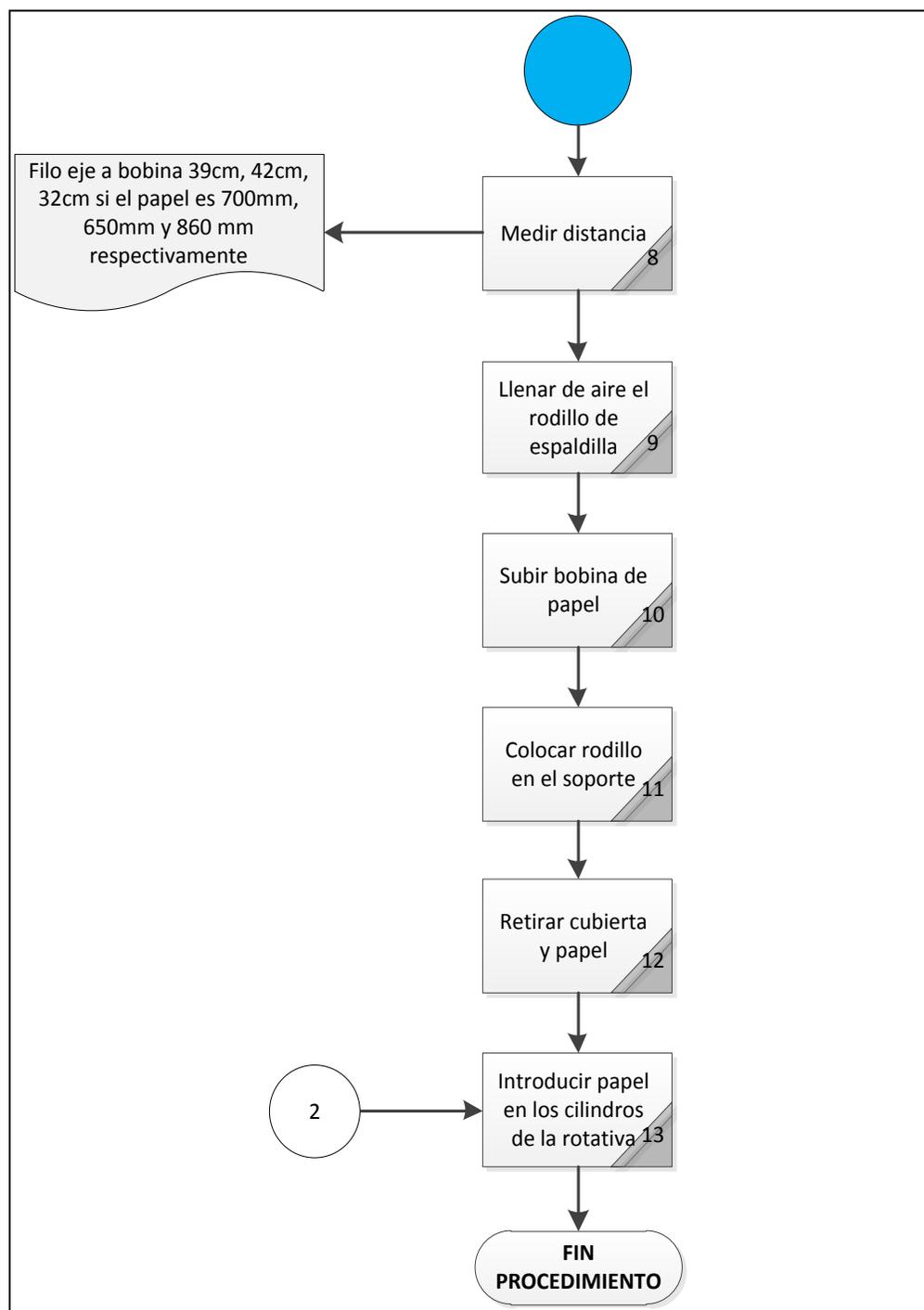
**ANEXO 10: Diagrama de flujo doblado de placas**

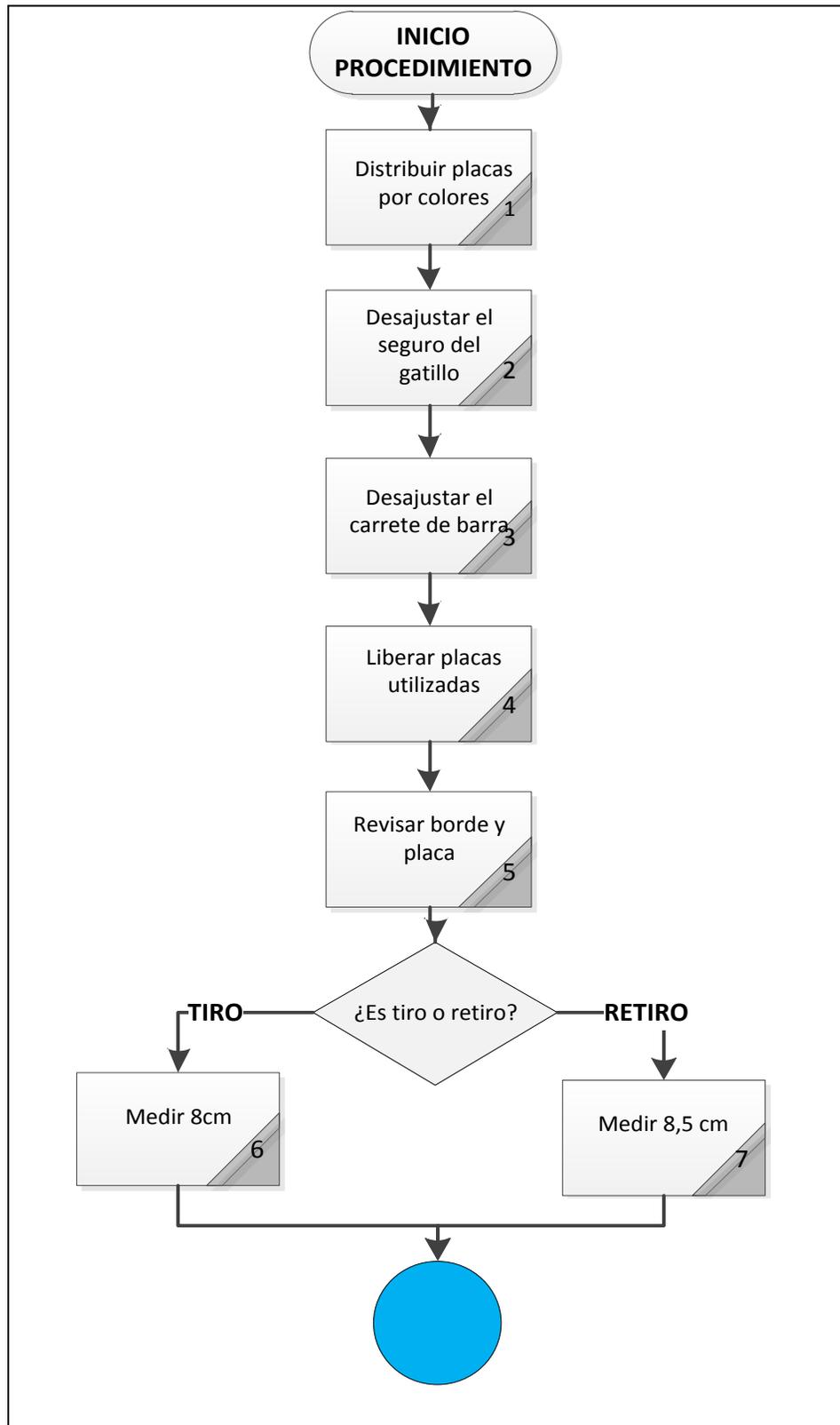


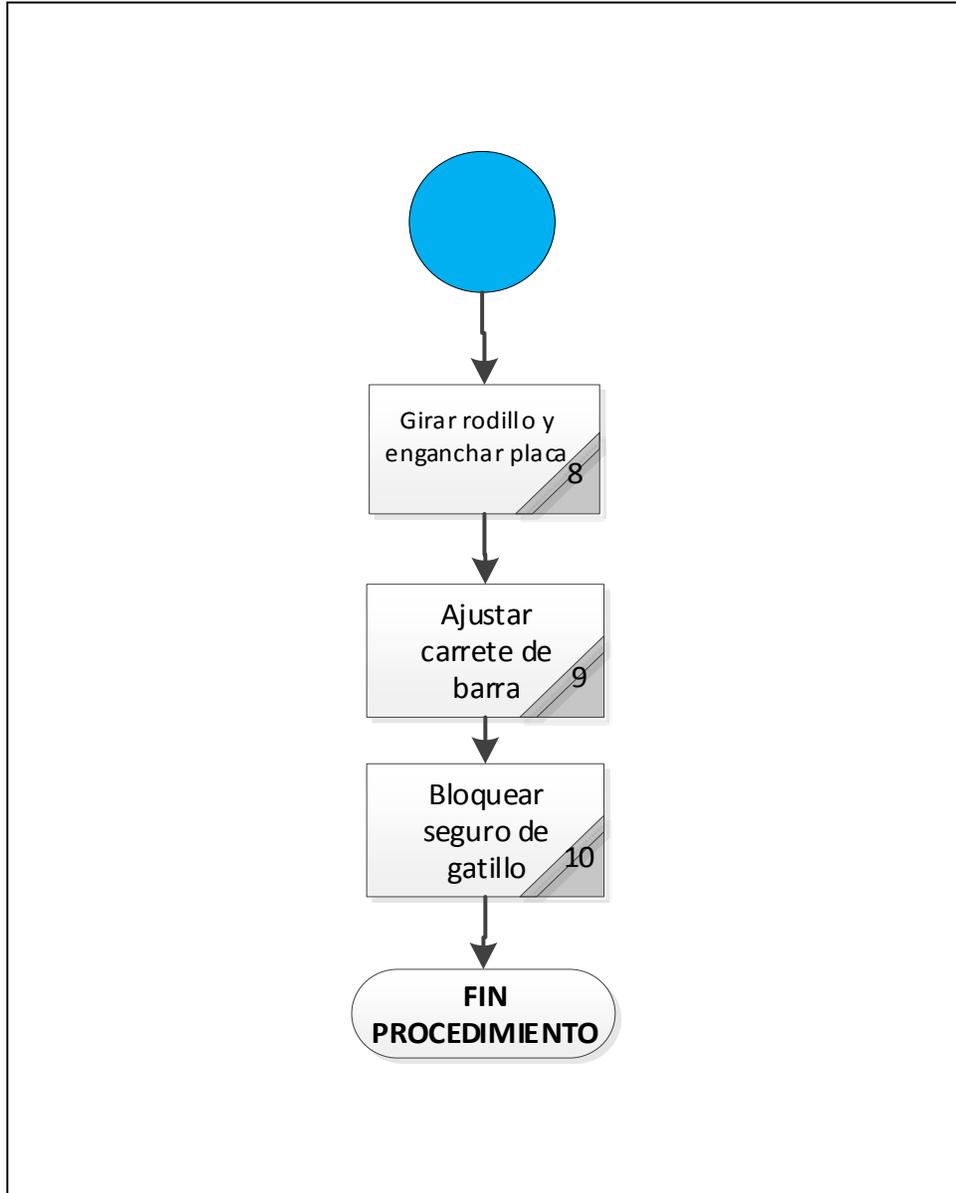
**ANEXO 11: Diagrama de flujo encamado**

**ANEXO 12: Diagrama de flujo preparación de maquina rotativa**

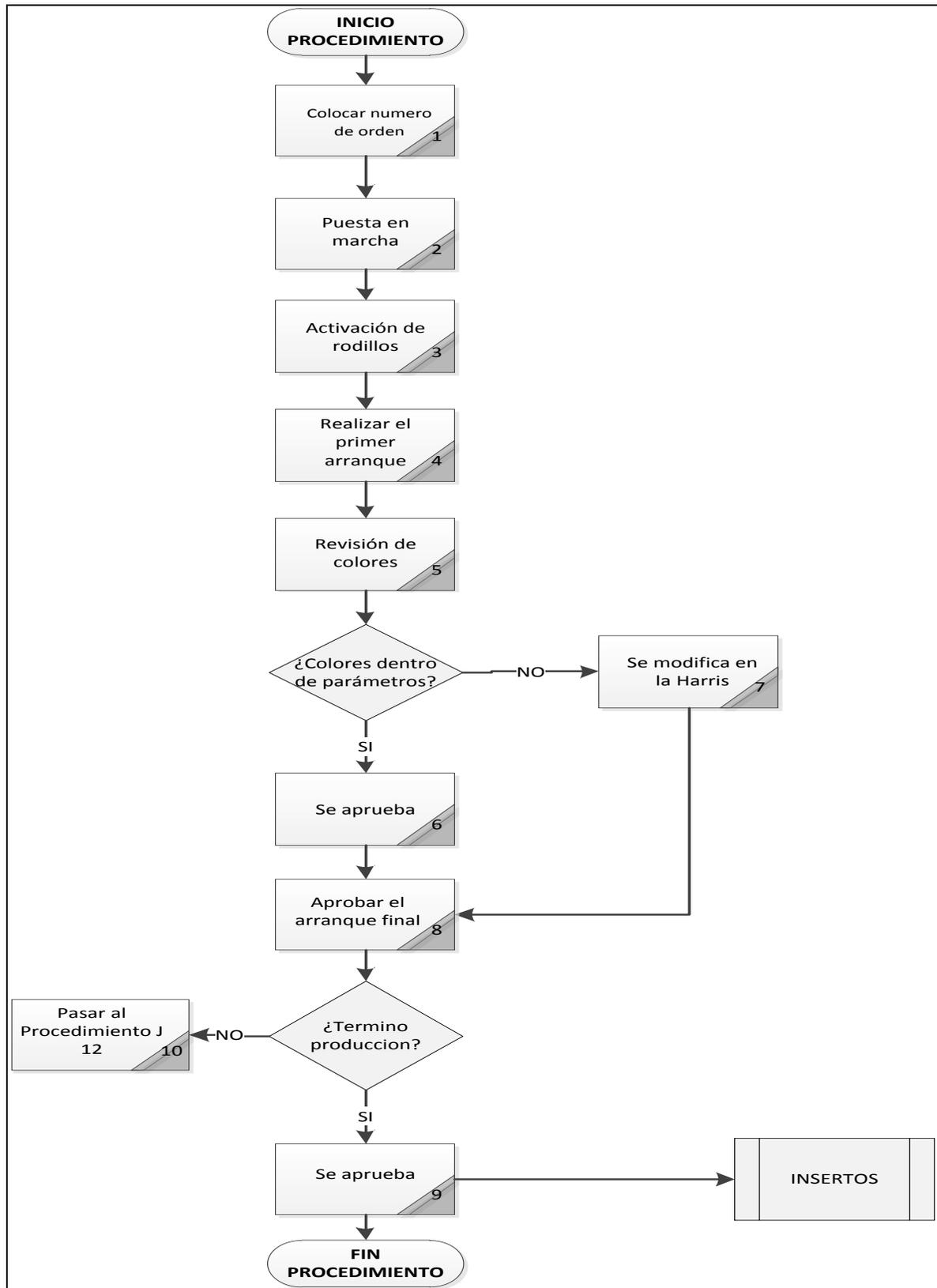
**ANEXO 13: Diagrama de flujo inserción de papel**

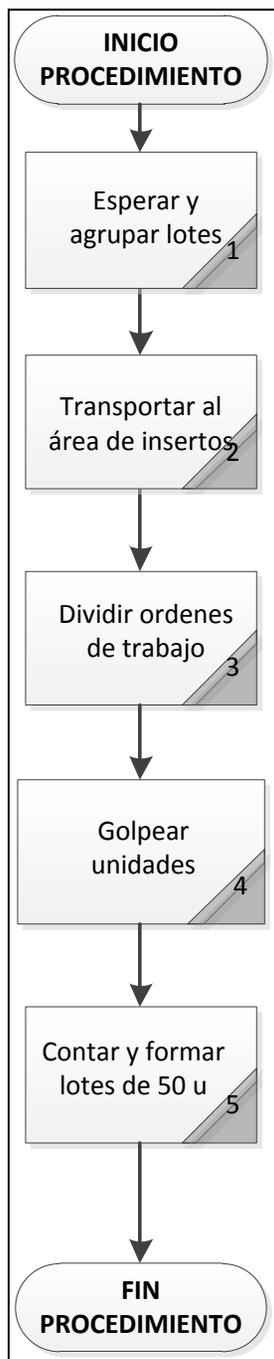


**ANEXO 14: Diagrama de flujo cambio de placas**

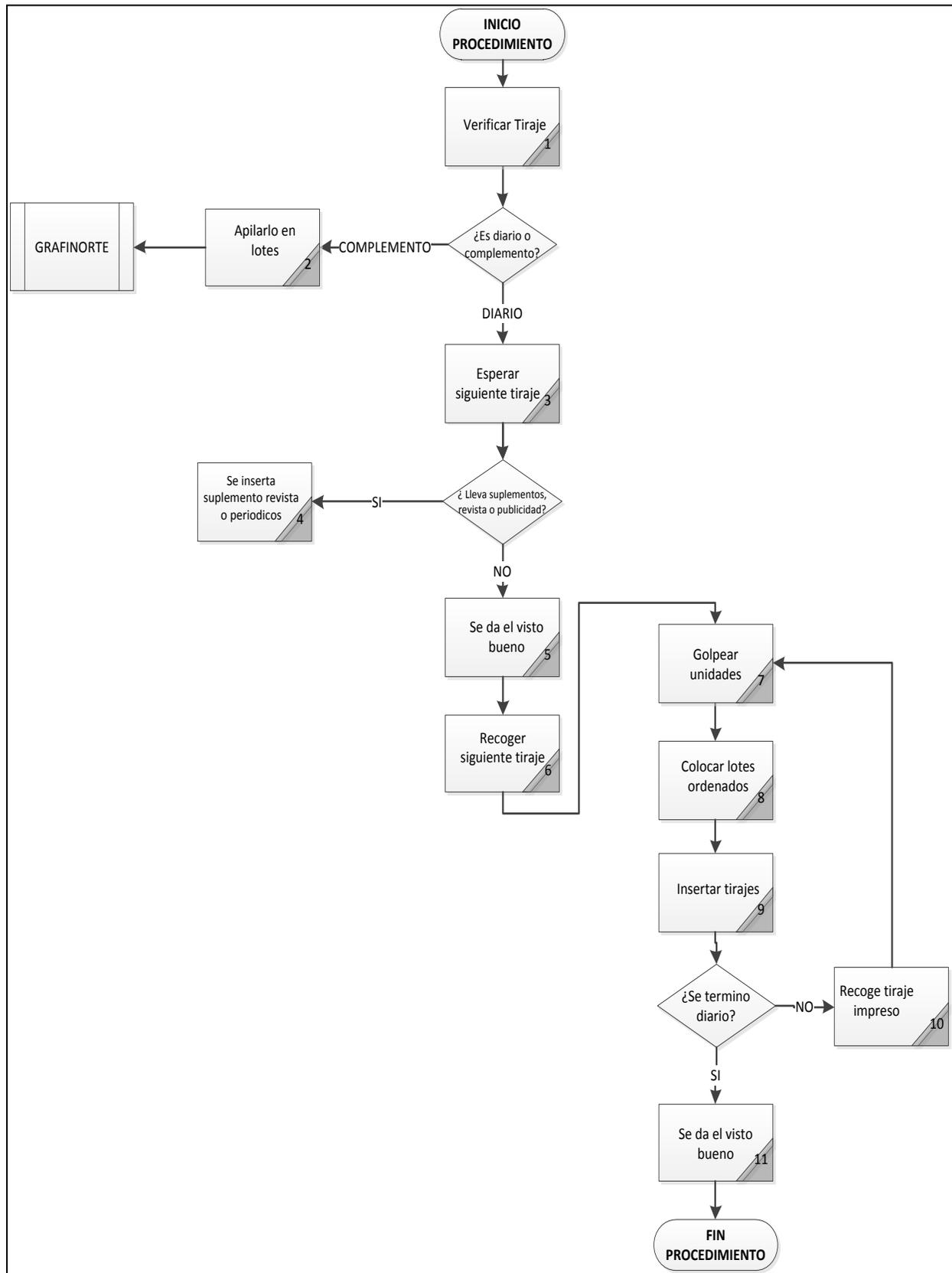


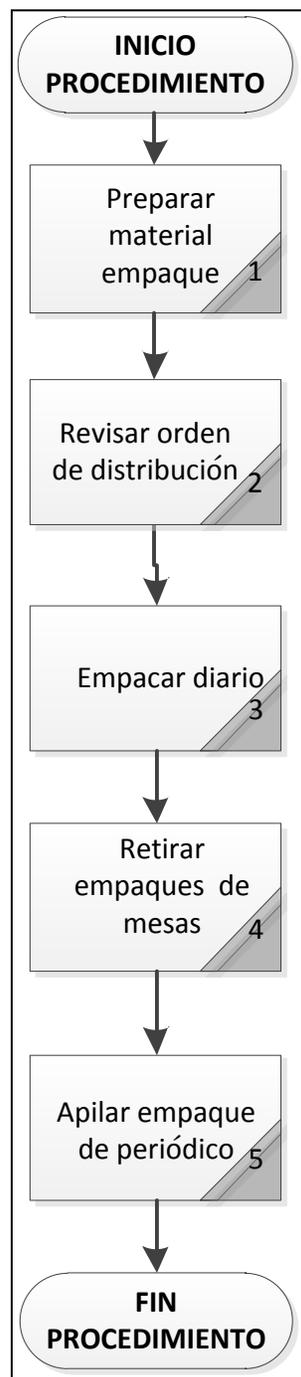
## ANEXO 15: Diagrama de flujo impresión de tirajes



**ANEXO 16: Diagrama de flujo apilación del tiraje**

## ANEXO 17: Diagrama de flujo embuchado



**ANEXO 18: Diagrama de flujo empaque**

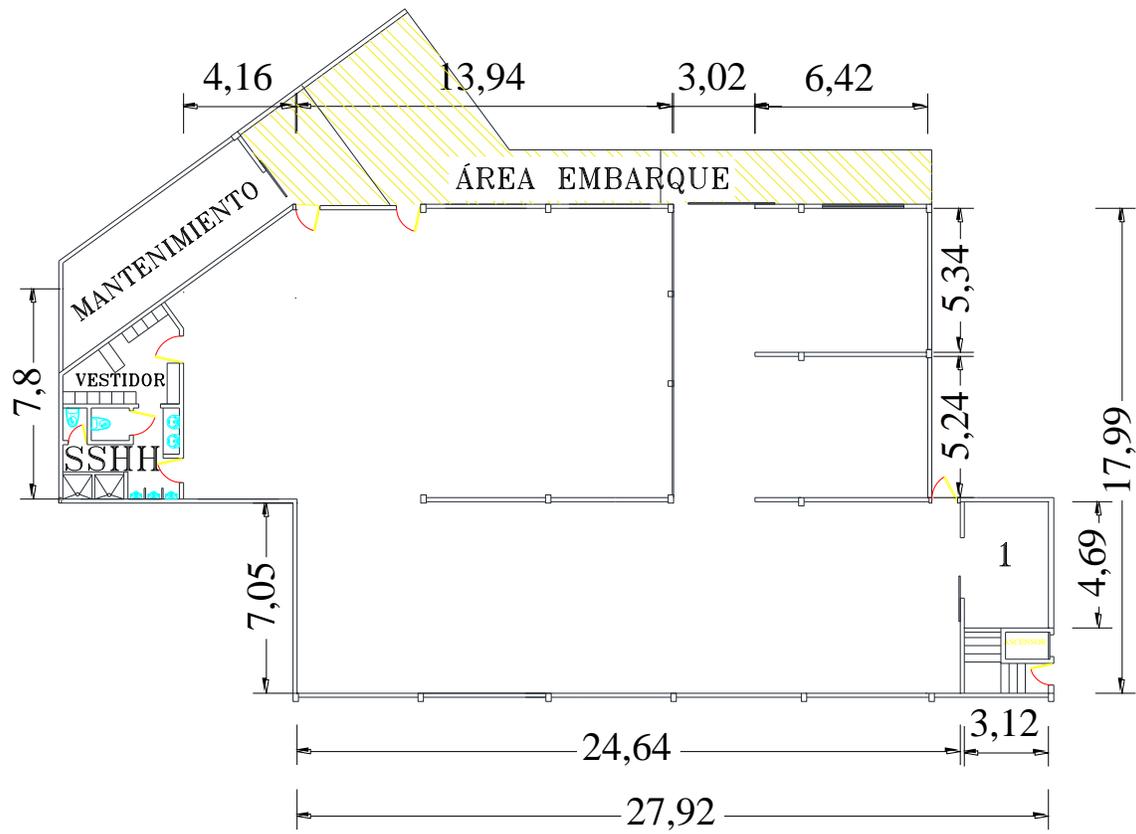
**ANEXO 19: Matriz de Maquinaria**

<b>Maquinaria y/o Equipo</b>	<b>Fotografía</b>	<b>Descripción</b>
<b>Computador de escritorio</b>		<p>Computadores de escritorio            Procesador Inter® Core™ i3 de memoria 6,00 GB, Sistema Operativo de 64 bits, espacio que ocupa es 1,1m x 0,6 m</p>
<b>Cargador Automático de Placas</b>		<p>Cargador automático de un solo casete que puede cargar 50 placas en el dispositivo. Este cargador automático esta soportado por un puente de procesador automático, que se extiende la automatización de todo el camino a la placa de procesador. Modelo: SA-L 4100. Trabaja con un Voltaje de 200-240V. el espacio que ocupa es la sumatoria desde cargador hasta la maquina reveladora ( 3,5m x 0,9m)</p>

<p><b>Maquina filmadora CTP</b></p>		<p>Filmadora de planchas térmicas tambor externo B2 (4 páginas), que manejan en línea hasta 100 planchas de 5 tamaños diferentes. Admiten formatos de plancha tan pequeños como 324 x 370 mm y tan grandes como 830 x 660 mm; de igual forma planchas con espesor de 0,15mm hasta 0,30 mm. Modelo: PT-R4300. Trabaja a un voltaje de 200-240V.</p>
<p><b>Cinta Transportadora</b></p>		<p>Sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Modelo AT-T4000. Trabaja a 100-120V o 200-220V.</p>
<p><b>Maquina Reveladora CTP</b></p>		<p>Procesador de plancha que cubre los formatos 4-up (apaisado) y 8-up (vertical). Se puede configurar como unidad independiente o como procesadora online. Esta pequeña y eficiente procesadora tiene más que suficiente capacidad para cubrir las necesidades de la mayoría de los clientes de tamaño medio. Modelo: MP85: trabaja a un Voltaje de 3x230/400 V.</p>

<p><b>Dobladora de placas</b></p>		<p>Es una herramienta ideal para hacer pliegues a las láminas de aluminio. La dobladora está construida en sólida placa de acero resistente al trabajo, espacio que ocupa es 1,2m x 0,6</p>
<p><b>Mesa de encamado</b></p>		<p>Su estructura es de madera con un recubrimiento de acero inoxidable las dimensiones que ocupa es 1,2 m x 0,6m</p>
<p><b>Maquina alimentadora</b></p>		<p>Es una herramienta que se encarga de alimentar las maquinas Harris, es de estructura metálica basada en el dos ejes donde se coloca la bobina de papel, la estructura ocupa un área de 1,8m 0,9m.</p>
<p><b>Harris V15 y V25</b></p>		<p>La V-25, prensa de impresión offset es una máquina de banda continua, de mantilla a mantilla, prensa litográfica que imprime de forma simultánea y continuamente ambas caras de la hoja.</p>

<p><b>Maquina separadora</b></p>		<p>La función principal separar las impresiones en presentación del diario el lugar que ocupa es 1,2m x 0,82m.</p>
<p><b>Mesa apiladora</b></p>		<p>Es de estructura mixta (madera y acero) función es para colocar las diferentes páginas del diaria las dimensiones son 1,8m x 1m.</p>
<p><b>Mesa de embuchado</b></p>		<p>Estructura mixta (madera y acero) función principal es armar el diario en su presentación final las dimensiones son 2,4 m x 1,2m.</p>

**ANEXO 20: Layout nuevas instalaciones**

## ANEXO 21: Datos del problema en el programa CORELAP

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Materia Prima	12
2	Pre-Prensa	24,18
3	Prensa	78,3
4	Insertos	22,04

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

## Anexo 22: Matriz de relaciones de actividades en programa CORELAP

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3	4
1	Materia Prima	12		E	A	X
2	Pre-Prensa	24,18			A	U
3	Prensa	78,3				A
4	Insertos	22,04				

**Anexo 23: Exposición de resultados programa CORELAP**

<b>ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA</b>			
<b>Orden</b>	<b>Nombre</b>	<b>TCR</b>	<b>Superficie m2</b>
1.-	Prensa	18	78,3
2.-	Pre-Prensa	13	24,18
3.-	Materia Prima	12	12
4.-	Insertos	9	22,04

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:

Superficie Disponible:

**Anexo 24: Calculo de interacciones programa CORELAP**

**Busqueda del departamento más afin a los ya colocados**

Row-Pr	24,18	18	8	0	6	2	2	4		
Material	12	12	0	5	6	1	1	3		
Insert	22,04	9	1	2	6	0	4	2		
	-1E+41									

Departs. Colocados

3
2
1
4

---

**Iteraciones para la obtención de la distribución en planta**

3	6	3	0		
4	-1E+42	-1E+42	0		
3	6	3	0		
0	0	0	0		

3	0,5	0	2,5		
4	-1E+42	-1E+42	5		
3	-1E+42	8	2,5		
0	0	0	0		

3	-1E+42	9	1		
4,5	-1E+42	-1E+42	2		
4	-1E+42	6	1		
0,5	1	0,5	0		

Coordenadas  
Departs.  
Colocados

2
2
3
2
3
2
1
4

Valor de la relación de afinidad para colocación: 0,057

**Anexo 25: Representación gráfica programa CORELAP**

## LAYOUT ADECUADO

<p>1.- 3</p> <p>2.- 2</p> <p>3.- 1</p> <p>4.- 4</p>	
<p><a href="#">Ver Iteraciones</a></p> <p><a href="#">Imprimir</a></p>	