

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradecemos a Dios todo poderoso, por su guía y por hacer posible este inmenso triunfo. Al Divino Niño, La Virgen María, todos los santos y animas benditas, por velar por nosotros en todos los aspectos de nuestra vida.

Agradecemos obviamente a nuestras familias, Padres, Madres, Hermanos y Hermanas; sin quienes no hubiese sido posible siquiera empezar a transitar este camino, quienes celebraron nuestros triunfos, nos alentaron ante los inconvenientes y que cuando sentimos desmayar nuestras fuerzas nos brindaron las suyas para que siguiéramos adelante.

A los profesores que nos formaron en la carrera, que de una u otra forma nos condujeron por el sendero de la academia llenando nuestra vida de saber, no solo sobre Ingeniería sino sobre la vida en general. Todos sin excepción tomaron parte en hacer de nosotros no solo profesionales sino además personas de bien. Algunos dándonos el ejemplo a seguir y otros simplemente ejemplificando lo que NO debe hacerse, lo que NO debe ser un profesor, lo que NO debe ser un jefe, lo que NO debe ser un caballero, lo que NO debe ser una persona, en definitiva lo que NO debe ser un ser humano. Esto es para ti profesor, gracias por enseñarnos que la humildad, la caballerosidad, la educación, la cortesía, cualidades de las que tú careces, son condiciones imprescindibles para ser un profesional completo y sobretodo una persona correcta. Eres muestra del pensamiento que esta hundiendo nuestro gran país.

Por el contrario, otros profesores dejaron una huella mucho mas grata en nuestra vida, a ustedes agradecemos desde el fondo de nuestro corazón, donde su ganaron a pulso un lugar que perdurara por siempre. A los Profesores y amigos, sobre todo amigos Ing. Manuel Jiménez, quien supo oír y siempre además de una guía, de un compañero de equipo, fue lo dicho anteriormente, Un AMIGO. Al profesor Ing. Ezequiel Gómez “Buchito” no hay palabras para expresar los sentimientos de amistad

y cariño que representas. Llamarte amigo es muy poco. Gracias. A la Profesora Ing. Ma. Carolina García, nuestra tutora, nuestra amiga. Eterno agradecimiento por las horas de comprensión, los regaños, los consejos y la efectiva guía que nos diste.

A todos nuestros compañeros de estudio, los que ya salieron, los que salen con nosotros, los que están por salir, los que se fueron, los que no vinieron, a todos de corazón gracias. Sin ustedes este sendero hubiese sido muy solitario.

A todo el personal de la escuela de Ingeniería Industrial, Adriana, Alba, Mórela, Ligia, Ávila, en fin todos quienes con su trabajo contribuyeron significativamente a alcanzar nuestra meta.

A ti que aunque pensaste no te iba a nombrar, fuiste y serás siempre parte de esto que se llama vida. Este triunfo también es tuyo. GRACIAS.



ANEXO #1 ALMACEN DE ENVASES



ANEXO #2 ALMACEN DE CAJAS



ANEXO #3 ALMACEN DE COLORANTES



ANEXO #4 ALMACEN DE MATERIA PRIMA



ANEXO #5 DESIONIZADORA



ANEXO #6 AGUA DESIONISADA

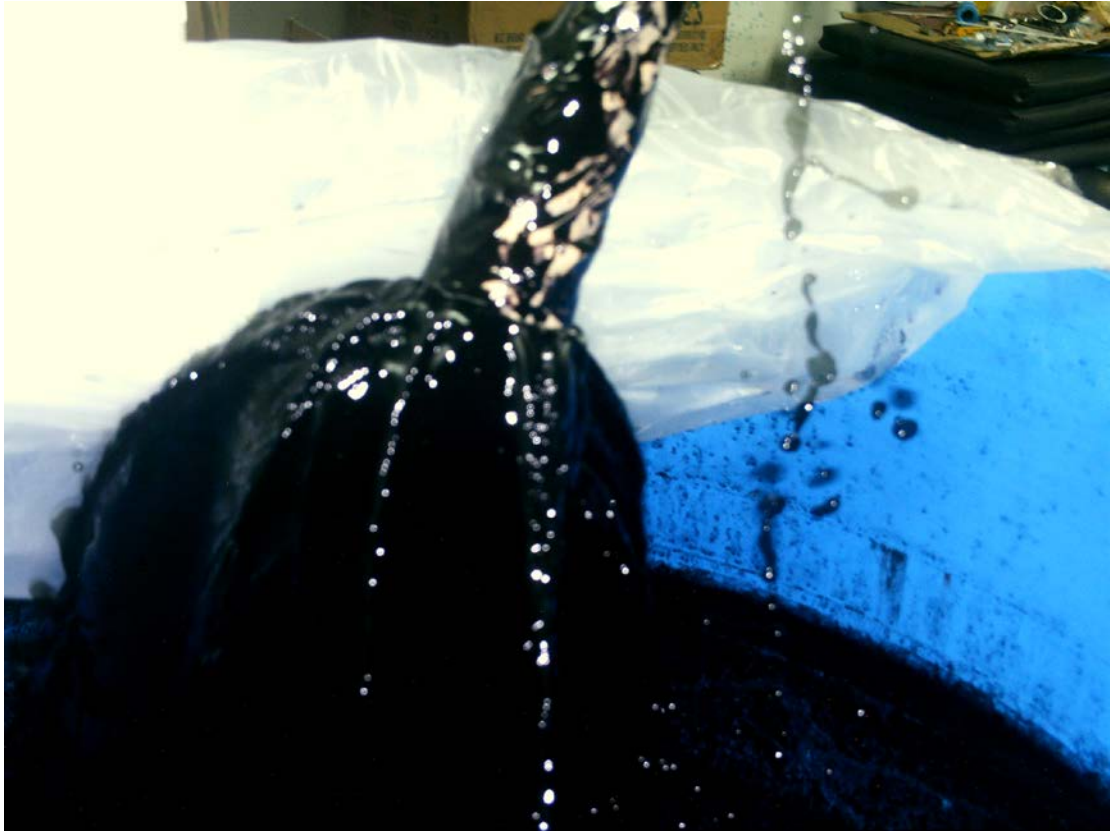


ANEXO #7 MEZCLADOR DE HELICE



ANEXO #8 MEZCLADOR

ANEXO #9 DECANTACION



ANEXO #10 FILTRADO



ANEXO #11 BOMBA PARA TRASEGAR



ANEXO #12 CUARTO FILTRADO



ANEXO #13 DEPOSITO DE ENVASADO



ANEXO #14 ENVASADO



ANEXO #15 DESPERDICIO DE MATERIAL



ANEXO #16 TINTA NEGRA



ANEXO #17 PRODUCTO TERMINADO

CAPÍTULO V

DISEÑO DEL LAY-OUT DE LA NUEVA PLANTA

5.1 PRODUCTOS, CANTIDADES Y RECURSOS

Para el diseño de la nueva planta de manufactura de tintas, como ya se mencionó en capítulos anteriores se dispone de un galpón ya construido, donde se realizó una distribución por producto y por proceso, de acuerdo a las metas del proyecto y tomando en cuenta las exigencias del propietario de la empresa. Esto último en lo referente a la capacidad deseada de manufactura.

A continuación se presenta una tabla con la producción mensual deseada de cada tipo de producto, según las proyecciones de mercado suministradas por la empresa.

Tabla N°5.1 Producción Mensual Deseada

Producto	Cantidad (L/Mes)
Tinta Negra	4700
Tinta Cyan	1560
Tinta Magenta	1560
Tinta Amarilla	1560

Fuente: Dynamic Print Ven S.A.

Como se evidencia, el producto con mayor volumen de producción es la tinta negra, la cual absorbe aproximadamente el 50% de la capacidad de producción deseada en la nueva planta.

De acuerdo a la metodología SLP, la data de entrada para realizar un correcto diseño de distribución de planta no es otra que la clave de manejo de materiales P, Q, R, S, T. Siendo estos los elementos básicos en que se fundamenta un problema de distribución en planta:

- 1.- El Producto (o Material): Lo que debe fabricarse o producirse.
- 2.- La Cantidad (o Volumen): La cantidad de producto que debe ser fabricada.
- 3.- El Recorrido: El proceso y el orden de operación.
- 4.- Los Servicios Anexos: Los servicios, actividades y funciones que son necesarios en la zona considerada.
- 5.- El Tiempo: Cuando se deben fabricar los productos y el lapso de tiempo requerido para su manufactura. Es prudente acotar que a los fines de este proyecto, el tiempo de ciclo mostrado en la siguiente tabla se obtuvo de sumar el tiempo total de las operaciones requeridas para obtener el producto 100 % terminado.

Por lo cual en la tabla mostrada a continuación se exhibe dicha información.

Tabla N°5.2 Elementos Básicos en la Preparación de la Distribución en Planta

Producto (P)	Cantidad (Q)	Ruta (R)	Servicios (S)	Tiempo (T)
Tinta Negra	4700 L/Mes	I,II,III-IV-V-VI-VII-VIII	Electricidad 110V AC	1635 min/ciclo
Tinta Amarilla	1560 L/Mes	I,II,III-IV-V-VI-VII-VIII	Electricidad 110V AC	1635 min/ciclo
Tinta Cyan	1560 L/Mes	I,II,III-IV-V-VI-VII-VIII	Electricidad 110V AC	1635 min/ciclo
Tinta Magenta	1560 L/Mes	I,II,III-IV-V-VI-VII-VIII	Electricidad 110V AC	1635 min/ciclo

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

I: Dosificación

V: Decantación

II: Dispersión

VI: Filtrado

III: Desionizadora

VII: Envasado

IV: Mezclado

VIII: Empaquetado

Como se observa en la tabla superior, la secuencia o ruta de proceso de todos los productos es la misma, situación idéntica se presenta en lo relativo a los servicios conexos necesarios y al tiempo. En este último aparte se hace prudente mencionar que dichos tiempos de ciclo son los requeridos para realizar una corrida, es decir la fabricación correspondiente a un batch de materia prima la cantidad producida por dicha corrida, estará en función del número de batches a preparar limitando esta a la capacidad de los equipos utilizados, sobre todo en lo referente a los recipientes o contenedores necesarios para el filtrado y estabilización de la tinta.

Así mismo se debe aclarar que las similitudes presentadas se deben a que básicamente el proceso para la fabricación de cada producto es el mismo, variando únicamente el tipo de colorante usado como materia prima.

5.2 Flujo de Materiales y Relaciones Entre Cada Área

Una vez evidenciadas estas características, se procedió al siguiente paso del Systematic Layout Planing. Es decir se realizó el estudio del flujo de los materiales entre las distintas etapas del proceso. Para esto y tomando en cuenta las características del proceso, es decir que la variedad de productos es poca pero el tamaño de las corridas es relativamente grande, se decidió utilizar el diagrama de operaciones del proceso, para con éste diseñar una carta de flujo de materiales, lo que no es más que una herramienta de análisis que puede ser usada para presentar en forma compacta una gran cantidad de datos en forma de una matriz (N x N), siendo N el número de departamentos o áreas interrelacionadas. Esta tabla matricial requiere usar ambos lados de la diagonal donde se muestra la importancia que existe en la proximidad de los departamentos.

Tabla N°5.3 Tabla Matricial de Flujo de Material

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I		O	O	E	U	U	U	U
II	E		O	E	U	U	U	U
III	E	E		E	U	U	U	U
IV	U	U	U		U	E	U	U
V	U	U	U	U		E	U	U
VI	U	U	U	U	U		E	U
VII	U	U	U	U	U	U		E
VIII	U	U	U	U	U	U	U	

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

A: Proximidad absolutamente importante.

E: Aproximación especialmente importante.

I: Aproximación importante.

O: Aproximación normal.

U: Proximidad sin importancia.

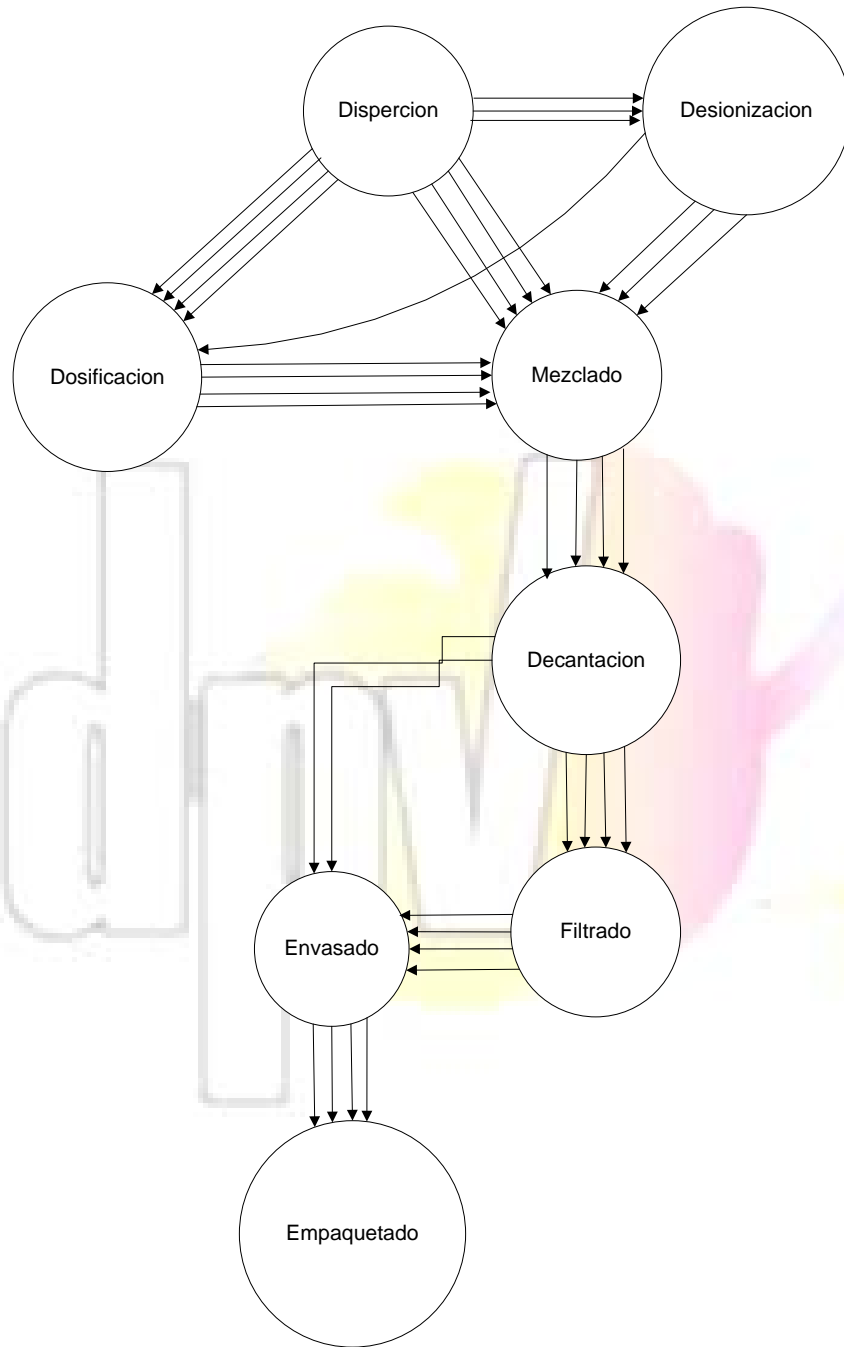
X: Proximidad no recomendada.

De acuerdo al flujo de materiales entre uno y otro departamento así como la conveniencia o no de cercanía entre estos, se asignaron las calificaciones arriba mostradas.

Como se puede apreciar en la tabla superior, existen diversos tipos de flujo entre las distintas etapas del proceso, sobre todo en las tres primeras partes del mismo. Esta información sirve para la realizar una estimación entre cuales áreas deben estar cercanas, esto con la finalidad de minimizar el manejo de materiales y así reducir los desperdicios. Sin embargo esta información por si sola no es suficiente para llegar a una conclusión, por lo cual se debe complementar con un diagrama de relaciones.

Este diagrama desarrollado por Muther (1987), se denomina también Diagrama REL. En este, cada actividad es representada por círculos de igual tamaño que se conectan por líneas de igual espesor incrementando su número de acuerdo a la importancia de la relación. En este proyecto se uso dicho diagrama para complementar la información obtenida de la tabla matricial de flujo de materiales para sustentar las posibles ubicaciones en el layout general de cada subproceso. El mismo que se presenta a continuación.

Figura 5.1 Diagrama de Relaciones



Leyenda:

≡≡≡	A	—	O
≡≡≡≡	E	—	U
≡	I	⌋	X

5.3 Requerimientos de Espacio

En esta parte del proyecto, una vez conocidos los productos, sus cantidades, recursos necesarios, flujo de materiales y relaciones existentes entre cada área, se procedió a calcular los requerimientos de espacio para lograr la capacidad de producción deseada. Para esto se partió de un inventario de equipos requeridos, calculando la cantidad de cada uno y de acuerdo a la respectiva capacidad de producción poder calcular la capacidad máxima unitaria por equipo. Para luego determinar la necesidad de incorporar uno o más equipos por proceso.

A continuación se muestra una tabla contentiva de los equipos requeridos en cada área así como su capacidad.

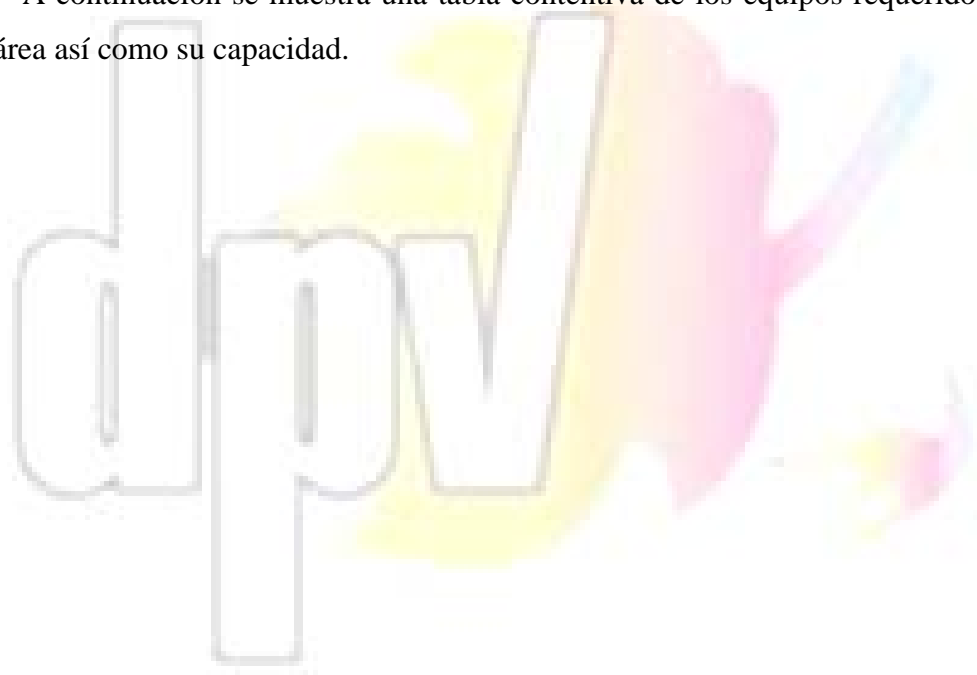


Tabla N°5.4 Capacidades de Equipos Requeridos

Etapa del Proceso	Equipo(s)	Capacidad máx.	Área Requerida
Dosificación	Balanza Electrónica	150 Kg	N/A
	Tambor Dosificación	150 l	1 m ²
Dispersión	N/A	N/A	N/A
Desionización	Calentador Eléctrico	25 l	1 m ²
	Desionizador	1 l/min	N/A
	Tanque almacenador	200 l	1 m ²
Mezclado	Bomba Recirculadora	35 l/min	0.5 m ²
	Tambor de mezclado	150 l	1 m ²
Decantación	Tambor de Decantación	200 l	1 m ²
Filtrado	Bomba Eléctrica ½ hp	35 l/min	0.5 m ²
	Tambores de filtrado	150 l	3 m ²
	Filtro 120 Mesh	N/A	N/A
Envasado	Tambor almacenador	200 l	2 m ²
	Soporte metálico	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla anterior es denominador común en la mayoría de las áreas una capacidad máxima directamente relacionada con el volumen de los contenedores. Por lo tanto para el estudio y posterior diseño de las posibles propuestas se trabajó en función de aumentar dicho volumen con la intención de incrementar la capacidad de producción. Por lo antes expuesto considerando como patrón de procedimientos el uso de los equipos ya señalados, se procedió a calcular mediante la siguiente ecuación matemática, el número de equipos necesarios por cada área, para cumplir con la meta de producción establecida para cada tipo de producto tal como se muestra en la tabla 5.5.

Ecuación 5.1

$$\text{Número de equipos} = \text{Capacidad deseada} / \text{capacidad de equipo} * f_s$$

f_s : Factor de seguridad (Estipulado por la planta en 10%)

Como se puede notar anteriormente el producto crítico es la tinta negra. De este se puede obtener la capacidad deseada:

Calculo Tipo:

$$\text{Capacidad deseada} = 4700 / 20 = 235 \text{ l.}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Tambor Dosificador} = 235 / 150 * 1.1 = 1.72 \text{ aprox. } 2$$

En la tabla mostrada a continuación se presentan la cantidad de equipos por cada área crítica de acuerdo a los cálculos realizados con la formula anterior.

Tabla N°5.5 Cantidad de Equipos Requeridos en Cada Área

Equipo	Etapa	Cap. Actual	Cap. Deseada	Cantidad
Tambor Dosificación Tinta Negra***	Dosificación	150 l	235 l	2 Unidades
Tambor Dosificación Para cada color adicional	Dosificación	150 l C/U	70 l	1 Unidad
Calentador de Agua	Desionización	25 l	200 l	N/A *
Tanque Almacenador Agua Desionizada	Desionización	200 l	500 l	N/A *
Tambor de Mezclado	Mezclado	150 l	235 l	2 Unid**
Tambor Decantación tinta negra	Decantación	150 l	235 l	2 Unid**
Tambor de Filtrado	Filtrado	150 l	235 l	2 Unid
Tambor Envasado	Envase	150 l	235 l	2 Unid

Fuente: Elaboración propia.

* No aplica debido a que el aumento en la capacidad se da por la adquisición de un equipo de mayores prestaciones, en lugar de adquirir unidades adicionales de la misma capacidad.

** El cálculo se realizó para la manufactura de la tinta negra por ser este el producto crítico. En el caso de las tintas de color se seguirá utilizando una unidad por cada tipo de tinta.

*** Es de hacer notar que uno de los problemas evidenciados en el actual método de manufactura utilizado por la empresa, es que debido a limitantes de

espacio usan un solo tambor para realizar la dosificación y mezclado de todos los tipos de tinta. No obstante debido a los requerimientos de calidad y a las características del producto, dicha practica se traduce en demoras por la necesidad de realizar una limpieza exhaustiva del recipiente, para evitar posible contaminación de siguiente producto a procesar. Adicionalmente, debido a que se piensa producir en simultáneo todos los tipos de tinta, es necesario utilizar uno por línea. Así mismo se descarta el uso de una sola línea donde se procesen todos los colores, puesto que para esto seria necesario adquirir equipo de limpieza especializados e incrementar los tiempos de puesta a punto, por las misma razones ya expuestas.

Una vez conocidos los requerimientos de equipos para poder afrontar el aumento en la capacidad de producción, se procedió a calcular la superficie requerida en cada etapa del proceso.

Es de hacer notar que existen áreas donde se decidió combinar operaciones o eliminar algunas, para cumplir con la premisa de redistribuir por producto el proceso de fabricación y la implementación de una línea por cada tipo de producto. Por esta causa para el cálculo de los requerimientos de espacio se tomaron en cuenta la nueva distribución de operaciones.

Los espacios requeridos por cada área se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°5.6 Espacios Requeridos por Cada Área

Proceso	Espacio Requerido (m2)
Preparación	9 m2 por cada tipo de producto*
Desionización	2 m2 por cada tipo de producto
Filtrado	N/A**
Decantación	4 m2 por cada tipo de producto
Envasado	6 m2 por cada tipo de producto

Fuente: Elaboración propia.

* El proceso de preparación, es el resultado de combinar las operaciones correspondientes a dispersión, dosificación y mezclado en una celda de manufactura.

** El proceso de filtrado se combino con el traslado del material en proceso entre decantación y envasado, mediante la eliminación de dos etapas de filtrado y la adquisición de filtros empotrables a la pared.



5.4 lay-out General

Para esta parte del proyecto primero se realizaron los planos del galpón adquirido por la empresa, la cual se muestran a continuación:

Figura 5.2 Mezzanina del Galpón

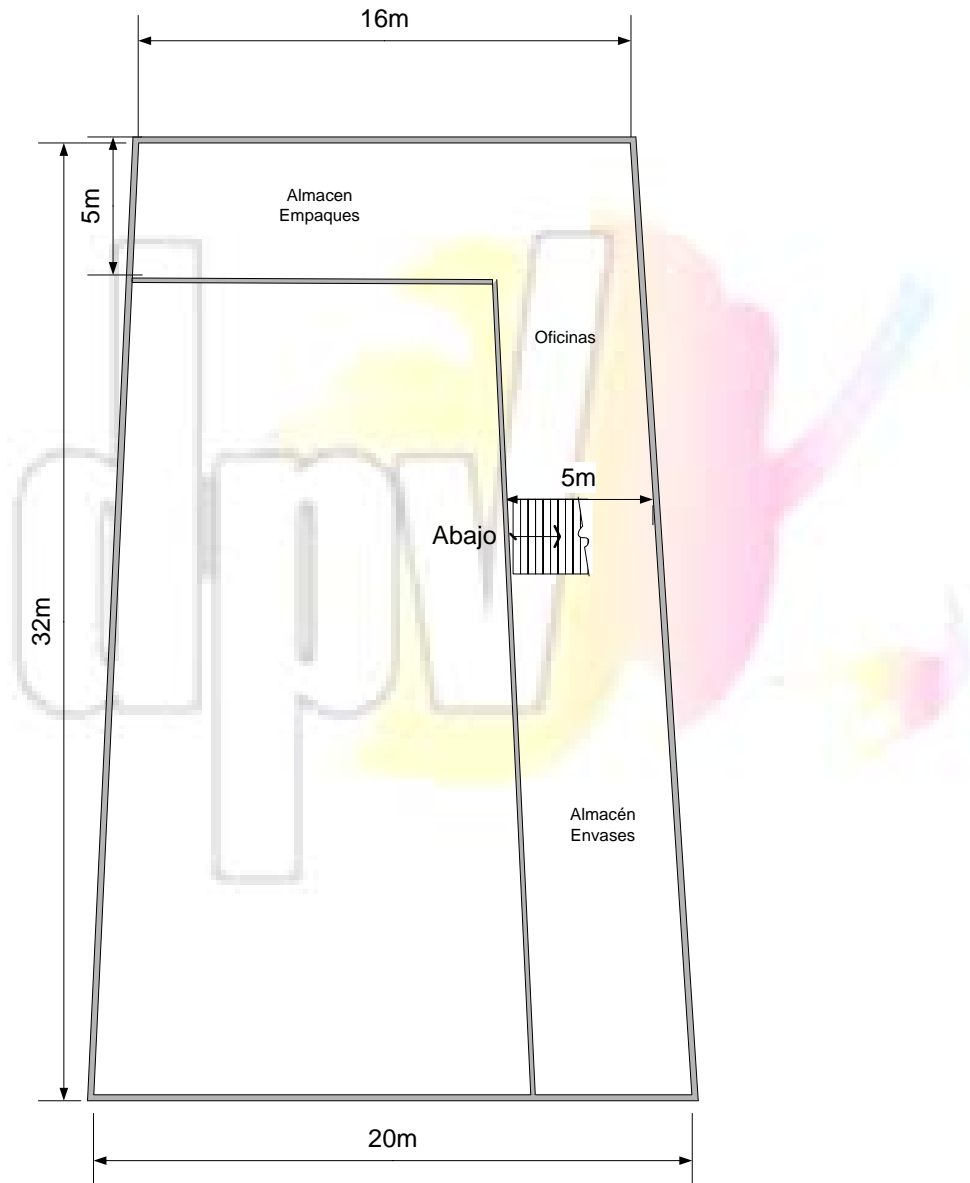
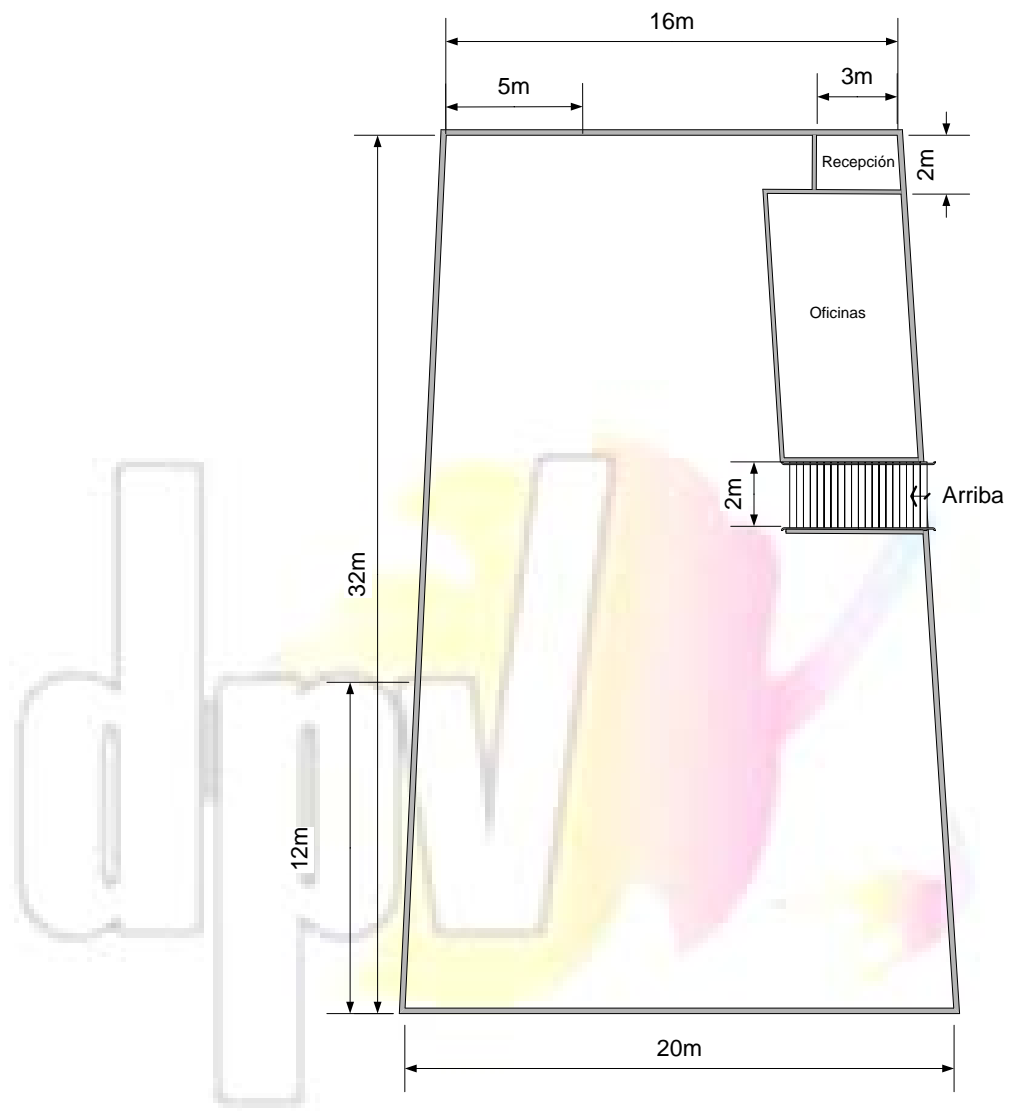


Figura 5.3 Planta Baja del Galpón

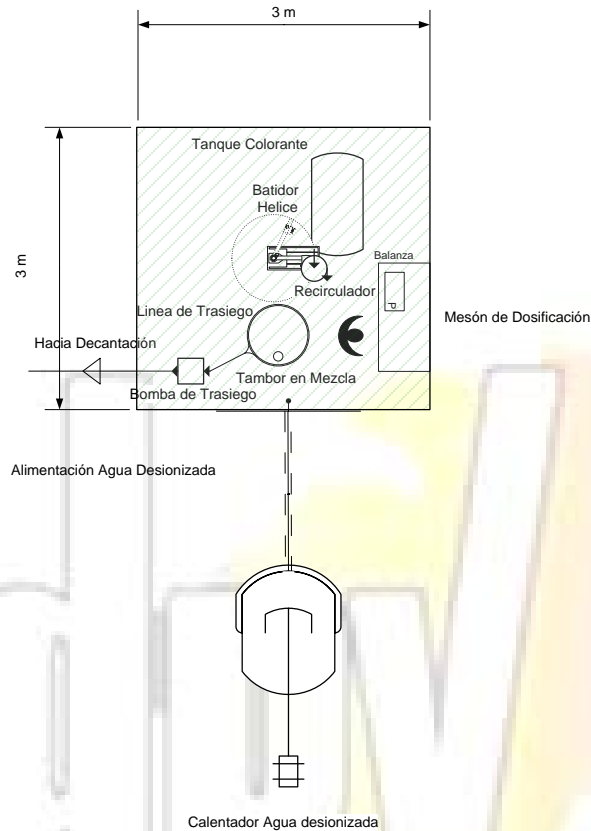


Una vez conocidos el espacio disponible y las áreas necesarias para cada etapa del proceso, siguiendo la metodología SLP se procedió a realizar el layout general de la planta. Sin embargo primero se debe explicar las modificaciones realizadas al sistema de producción, tales como la unificación de etapas o eliminación de otras.

En lo referente a unificación de etapas se combinaron los procesos de dosificación, dispersión y mezclado en una fase única, llamada desde ahora preparación. Para esto y basandose en los preceptos de Lean Manufacturing se diseño una celda “U” donde se pueda realizar en combinación los tres procedimientos antes citados, a la par de que se corrigen las deficiencias ergonómicas presentadas con el método actual. Así mismo y nuevamente bajo una optica lean se hizo hincapié en la corrección de los desperdicios de este concepto, que se pudieron apreciar. Especificamente los desperdicios referentes a movimientos y traslados. A continuación se presenta el diagrama de la celda de preparación.

5.4.1 Diagrama Celda de Preparación

Figura 5.4 Diagrama Celda de Preparación



Sobre la unificación de actividades, se optó por incorporar el sistema de filtrado al de transporte de la tinta desde decantación hasta envasado, por lo cual en la nueva distribución no se contempla un área para este proceso.

Una vez concluido el estudio de áreas requeridas por cada etapa del proceso, se procedió a realizar una primera ubicación sobre el plano de la estructura física, obteniendo como resultado el layout general para cada posible alternativa de ubicación, mismas que se muestran a continuación.

5.4.2 Alternativas de Mejora

Figura 5.5 Alternativa 1

Lay-out General
Alternativa 1

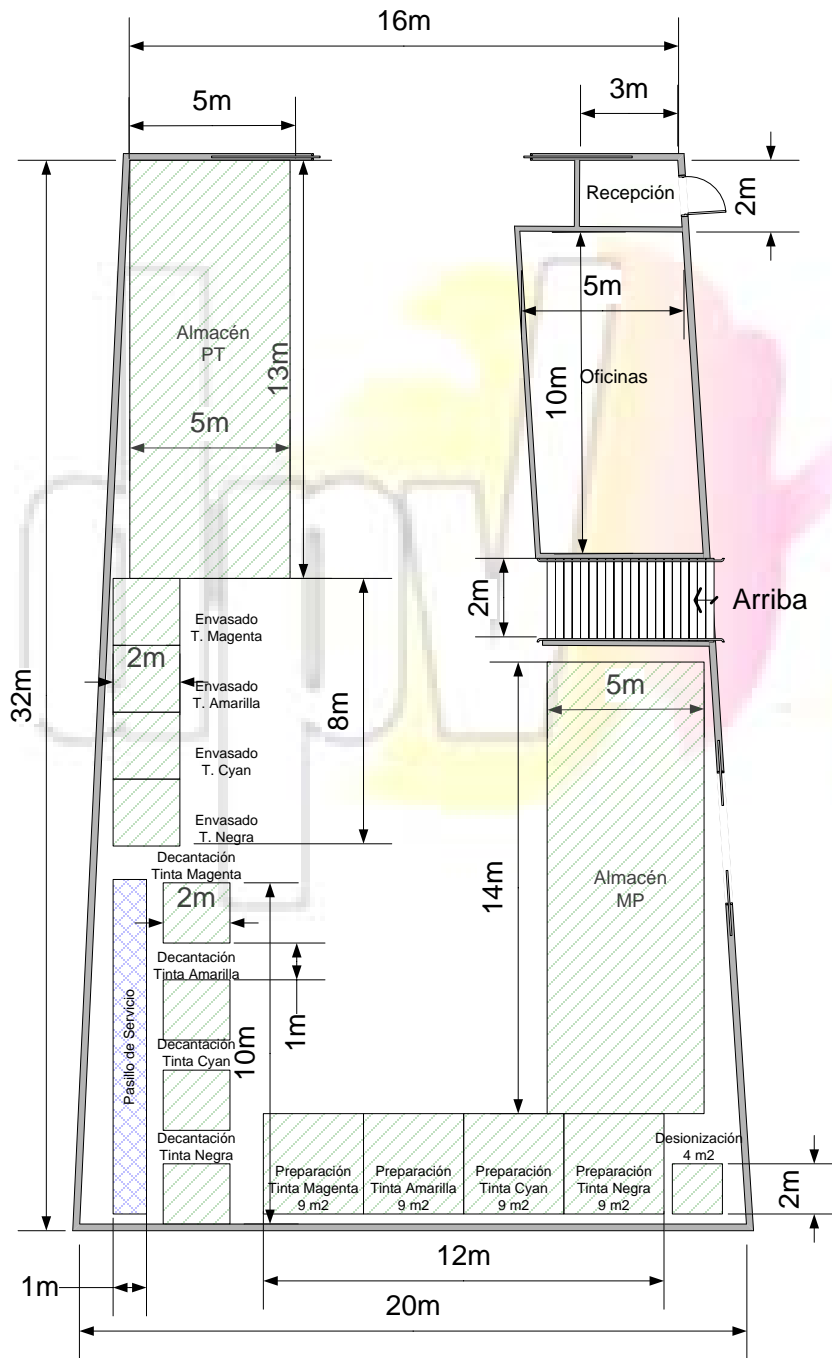
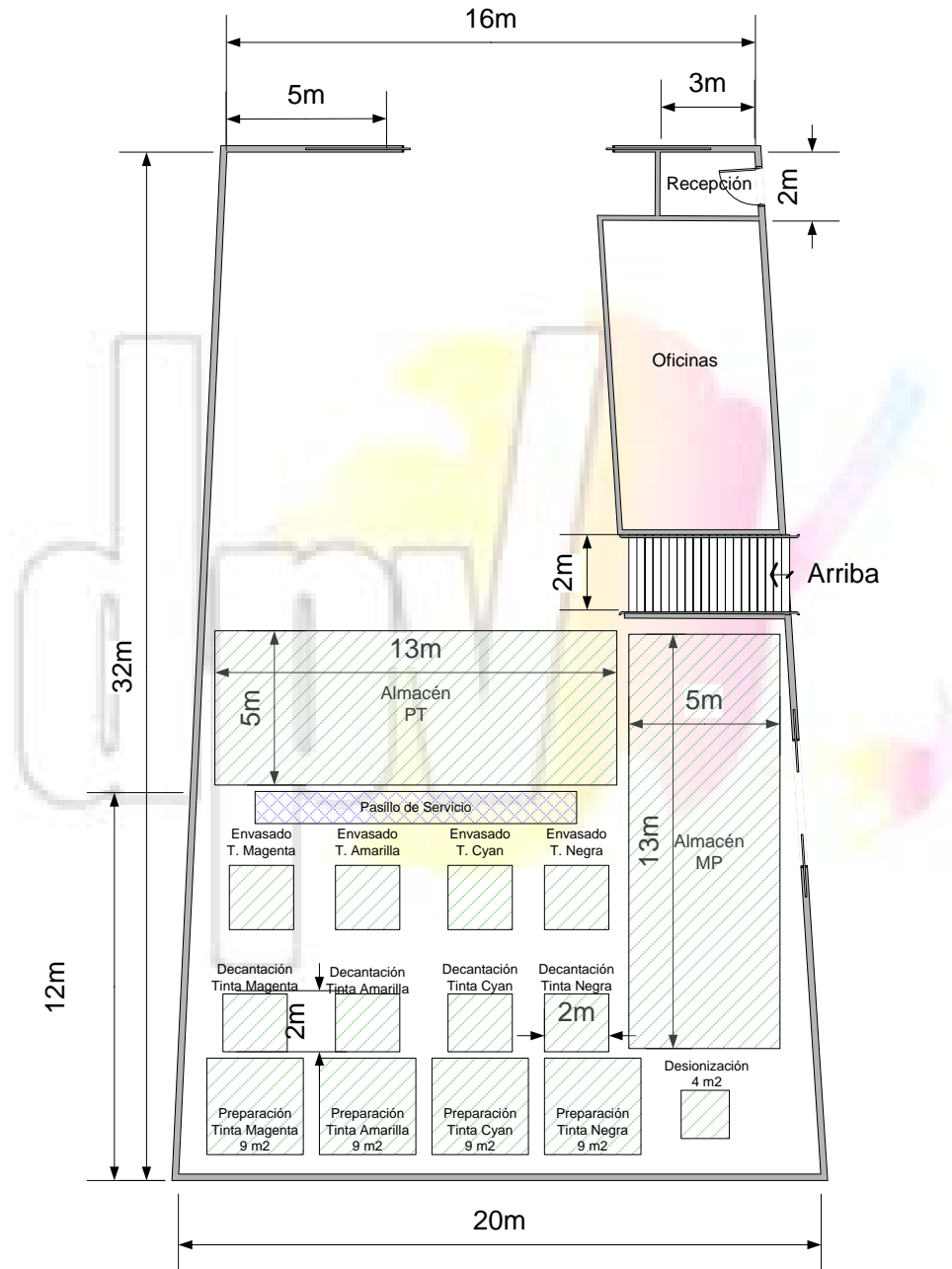


Figura 5.6 Alternativa 2

Lay-out General
Alternativa 2



5.4.3 Evaluación de Alternativas de Mejora

A continuación se procedió a realizar la evaluación de las dos alternativas presentadas en la sesión anterior mediante factores de análisis siguiendo los pasos que se muestran a continuación:

- 1.- Identificar las alternativas a ser evaluadas.
- 2.- Establecer los factores de consideración.
- 3.- Liste en la tabla los factores a considerar y de manera horizontal anote las alternativas a evaluar.
- 4.- Determine la importancia relativa de dichos factores.
- 5.- Evalúe cada factor en los planes alternativos.
- 6.- Calcule los valores de los factores individualmente para cada alternativa, totalice y seleccione la alternativa que arroje mayor valor.

metodología SLP, se procedió a la presentación de un Lay-out detallado donde se muestre la ubicación exacta de cada maquinaria y una visión en detalle de todas las áreas del proceso de manera individual. Dicho Lay-out detallado se muestra a continuación.

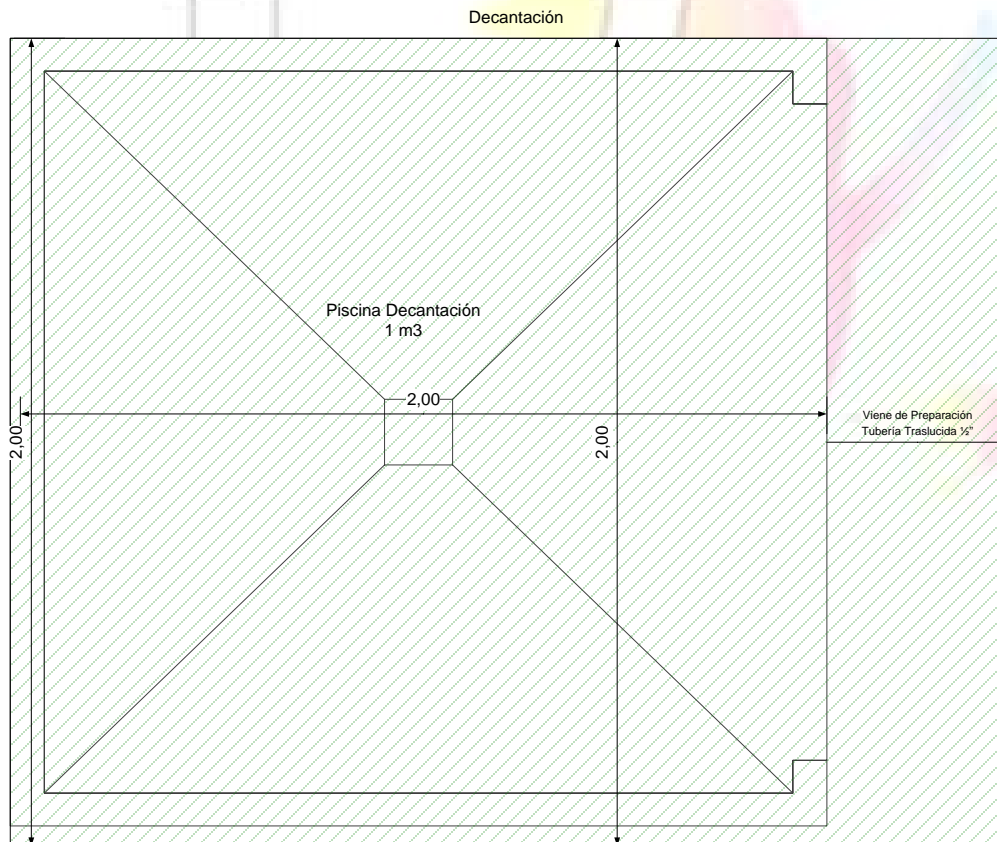


5.5 Lay-out Detallado

5.5.1 Decantación

Antiguamente el proceso de decantación se realizaba en tambores de 200 l. de capacidad, lo que ocupaba mucho espacio y provocaba riesgos ergonómicos continuamente a la hora de la limpieza. Por tanto se propone el diseño de una piscina para la decantación con mayor capacidad, facilitando también el sistema de limpieza, la cual se podrá realizar utilizando un hidrojete y el vaciado se hará a través de un sistema de drenaje hacia las aguas servidas.

Figura 5.7 Piscina para la Decantación:

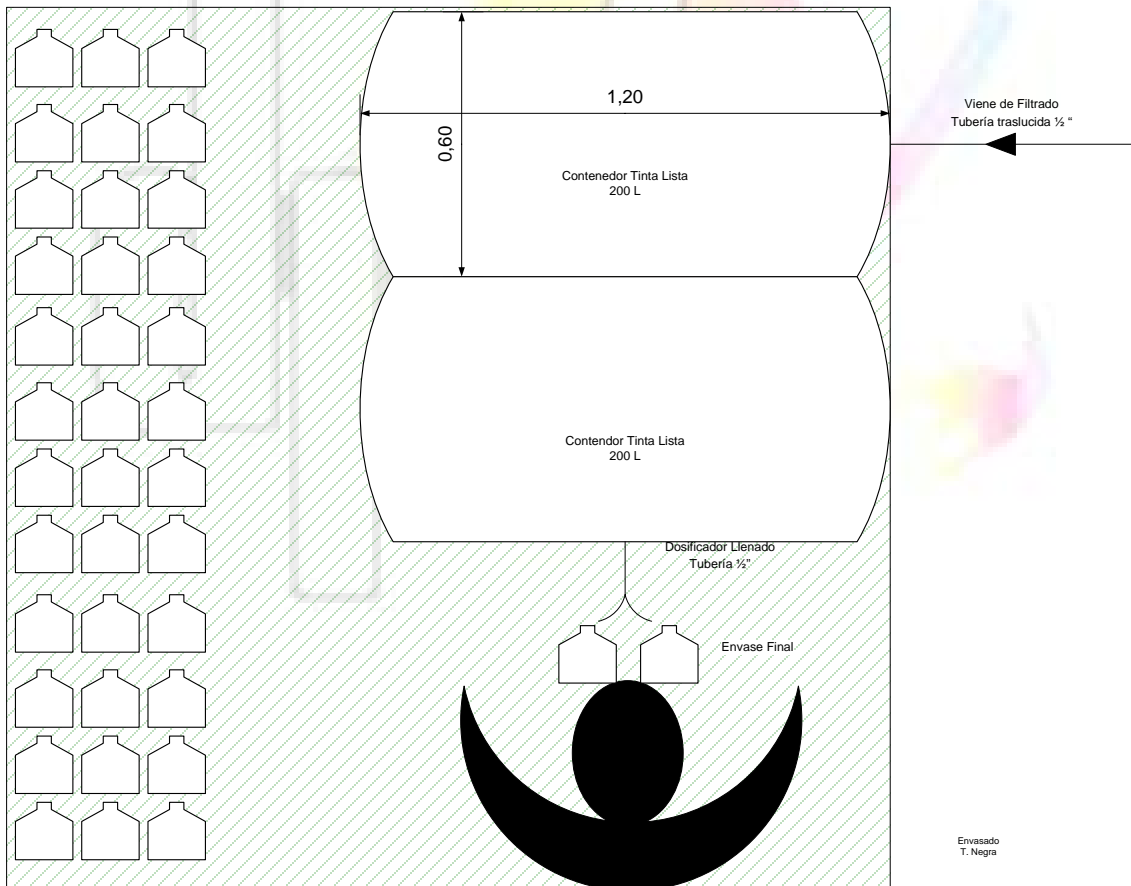


5.5.2 Área de envasado

En la figura a continuación se muestra la representación del área de envasado.

Notese que ahora el operador podrá realizar el envasado de dos recipientes en simultaneo, por lo cual se ha incrementado la capacidad de almacenamiento de esta etapa del proceso, así mismo se aclara que no se aumentó el número de dispensadores a más de dos por poder representar un aumento en la pérdida por goteo del producto terminado. Esta será igual para los cuatro colores en que se produce la tinta:

Figura 5.8 Área de Envasado



5.5.3 Área de Preparación

Como se mencionó anteriormente se combinaron los procesos de dosificación, dispersión y mezclado en una fase única, llamada desde ahora preparación. En esta nueva etapa, el operador vierte directamente del tanque y por gravedad el colorante, sin tener que realizar esfuerzo físico alguno, de igual forma el agua requerida para la dispersión se agrega directo de una tubería minimizando de nuevo los movimientos. Luego mientras la mezcla en dispersión se mezcla mediante el batidor de hélice, el cual posee un brazo que le permite acceder al tambor de mezcla, el operador prepara la dosificación en el mesón dispuesto a tal fin. Al estar lista la dispersión para agregar el resto de los componentes, los mismo se agregan en compañía del agua desionizada proveniente por tubería y se enciende el sistema de recirculación para el mezclado, luego de lo cual se realiza el trasiego a la siguiente estación. La implementación de esta propuesta permitirá reducir los **movimientos** y **Demoras**, ambos desperdicios tipificados en la filosofía “Lean Manufacturing”. El diagrama de la celda de preparación se muestra en la siguiente figura:

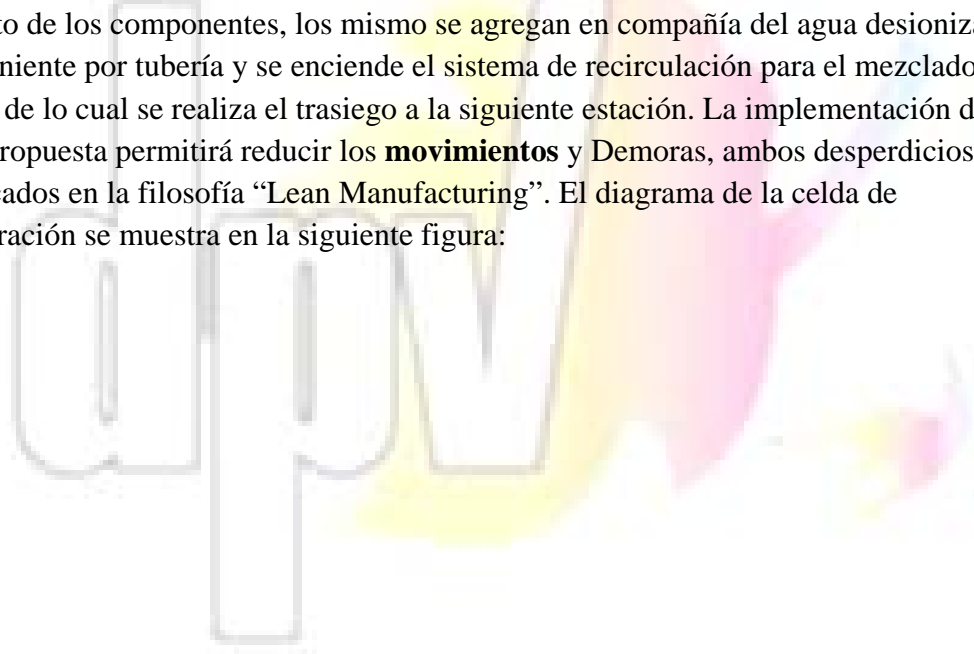
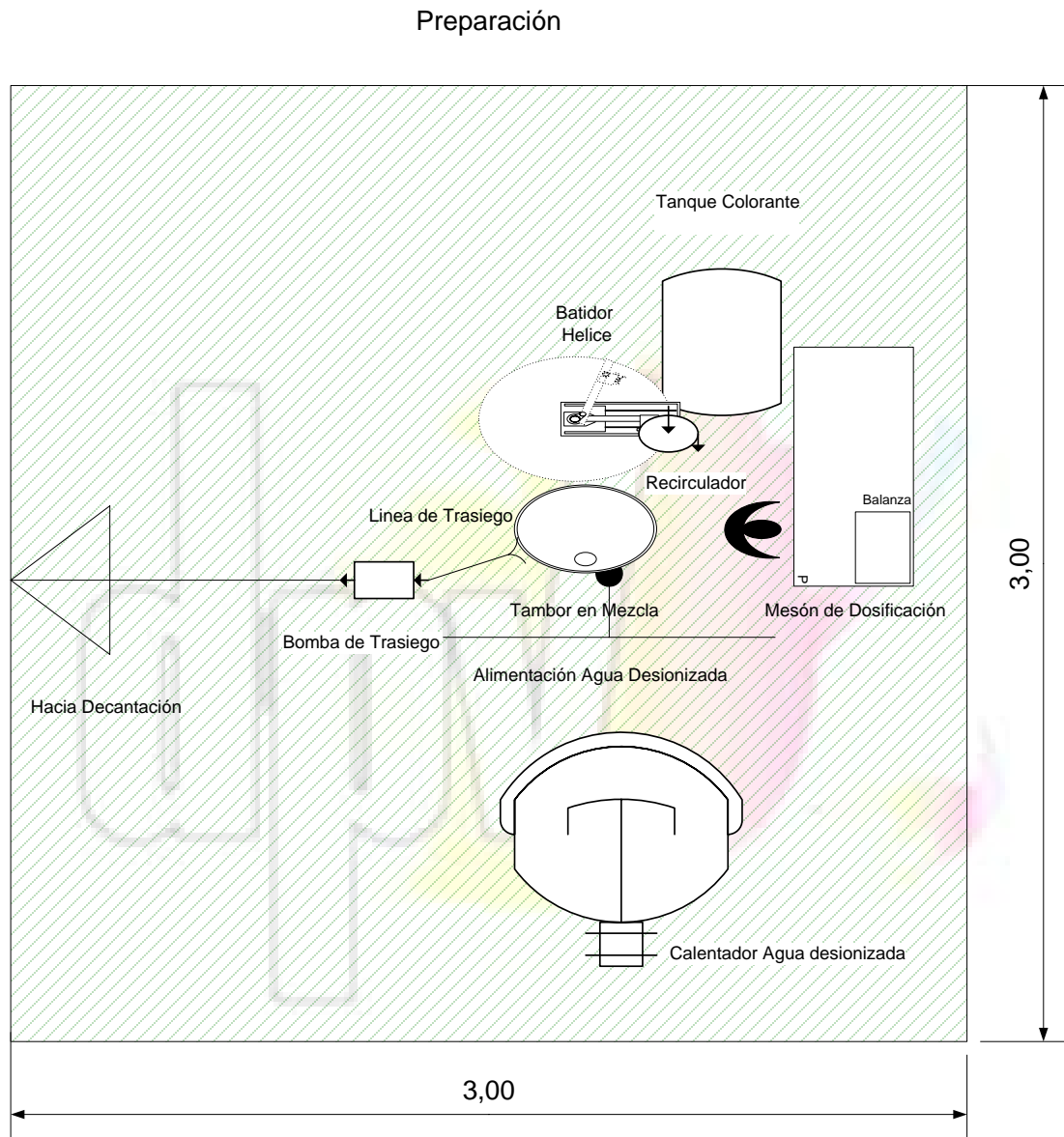


Figura 5.9 Área de Preparación



Finalmente se llevó la representación de cada una de estas áreas al lay-out seleccionado como mejor alternativa y así mostrar detalladamente la distribución de planta deseada por la organización. A continuación se muestra ambas plantas del galpón (Fig. 5.10 y Fig. 5.12):

Figura 5.10 Mezzanina Detallada

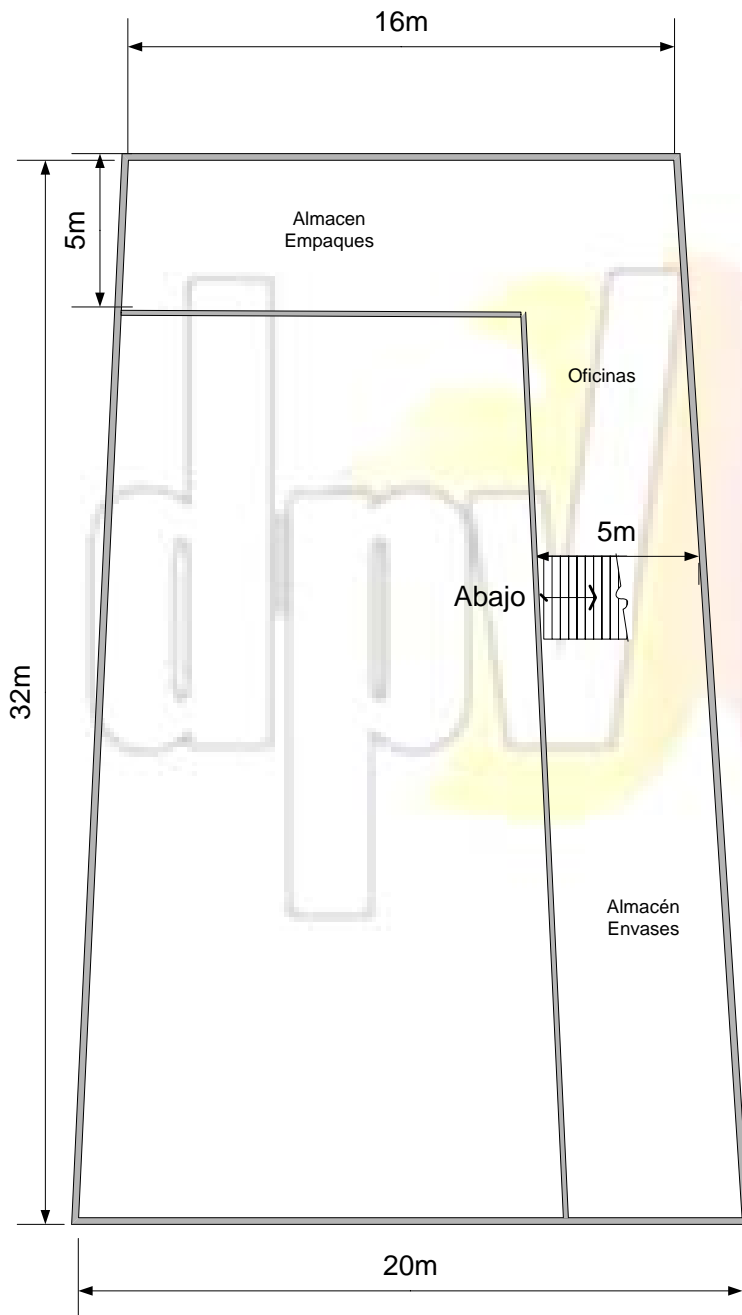
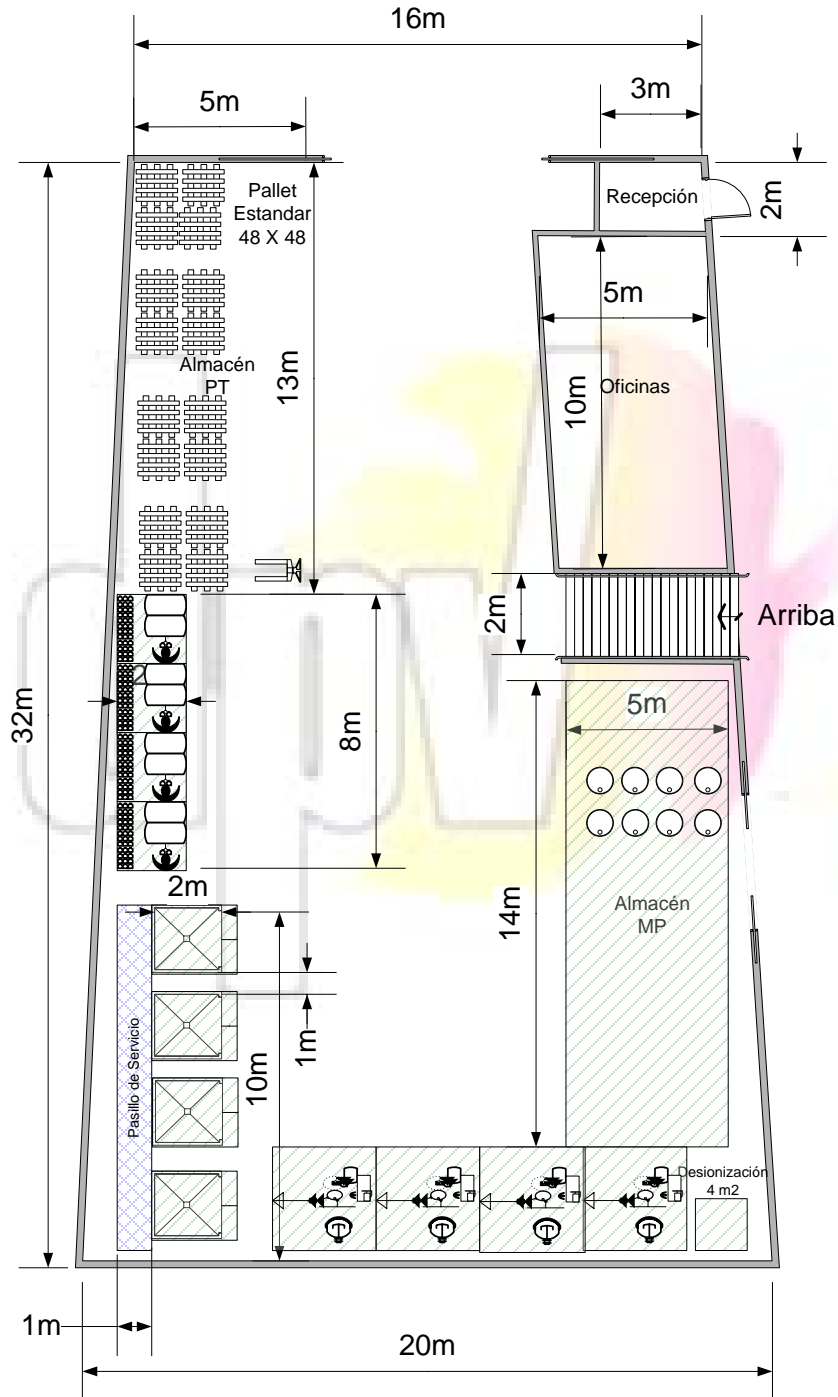


Figura 5.11 Planta Baja Detallada

Lay-out General
Alternativa 1

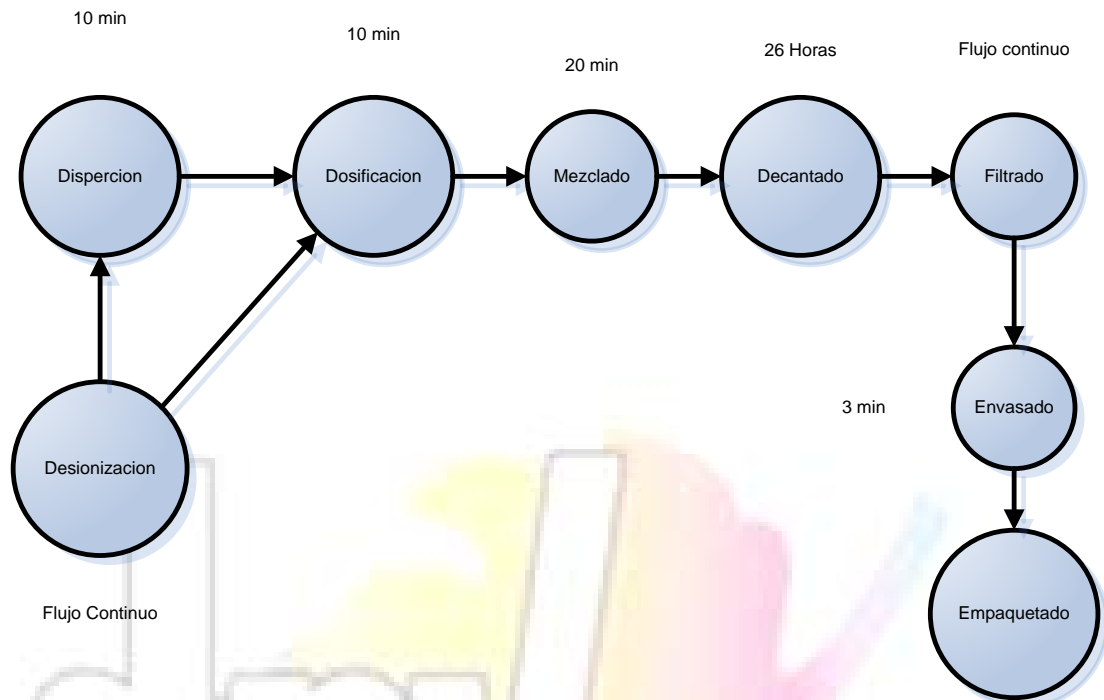


5.6 Balance de Línea

Con la distribución definitiva de la nueva planta, así como el lay-out general desarrollado y las modificaciones de las operaciones realizadas, se procedió a realizar el balance de la línea para así calcular la mano de obra requerida para cumplir con la meta de producción planteada.

Aun cuando el balance de línea según Gómez y Núñez (2007) puede obtenerse simplemente por observación para procesos simples, se decidió realizar una comprobación analítica de los valores estimados de personal mediante el método de Posiciones Ponderadas. El mismo consiste en determinar las posiciones ponderadas de cada operación la cual se calcula sumando al tiempo de la tarea el de las restantes que deben seguirlas. Luego se procede a ordenar estas de mayor a menor y se asignan tareas a las estaciones de trabajo en el orden de la ponderación, hasta completar el tiempo que resta en la estación, si viola la precedencia se le rechaza y se ensaya la operación siguiente. Este proceso continúa hasta que ya no es posible asignar nuevas tareas al lugar de trabajo. En este punto se inicia la siguiente estación de trabajo que comienza con la primera tarea rechazada en la estación precedente, se continúa hasta terminar con todas las operaciones. Al evaluar este método debe advertirse que su aplicación a líneas con un limitado número de operaciones solo requieren cálculos sencillos que pueden efectuarse manualmente. Para esto se inició con la realización del diagrama de precedencia que se muestra a continuación.

Figura 5.12 Diagrama de Precedencias



Fuente: Elaboración Propia

En este diagrama no se incluye el tiempo de filtrado debido a que este proceso fue incorporado al traslado del área de decantado al área de envasado y tampoco el empaquetado ya que este se realiza simultáneamente con el proceso de envasado.

Una vez obtenido el anterior diagrama se procedió a realizar el cálculo de las posiciones ponderadas la cual según Gómez y Núñez (2007) se interpreta como el tiempo que se perdería si no se realiza la operación de trabajo considerada, realizando la sumatoria de los tiempos de la operación en estudio y de las subsecuentes, que no se podrían llevar a cabo sin realizar esta primero. En la tabla 5.8 se muestran los resultados:

Tabla 5.8 Posición Ponderada

Operación	Desionización	Dispersión	Dosificación	Mezclado	Decantado	Filtrado	Envasado
Posición	1603	1603	1583	1563	3	3	N/A
Ponderada							

Fuente Elaboración Propia

En la tabla 5.9 se presenta la matriz donde se observan las precedencias de cada uno de los departamentos. Según Gómez y Núñez (2007), en este método se asignan valores de -1, 0 y 1 tal cual sea el caso.

Tabla 5.9 Matriz de Precedencia

	Desionización	Dispersión	Dosificación	Mezclado	Decantado	Filtrado	Envasado
Desionización		+1	+1	+1	+1	+1	+1
Dispersión	-1		-1	-1	-1	-1	-1
Dosificación	0	0		-1	-1	-1	-1
Mezclado	-1	-1	-1		-1	-1	-1
Decantado	0	-1	-1	-1		-1	-1
Filtrado	0	-1	-1	-1	-1		-1
Envasado	-1	-1	-1	-1	-1	-1	

Fuente: Elaboración Propia

Leyenda:

+1: Debe Preceder.

-1: No debe Preceder.

0: Indiferente.

Con esta información y para completar el balance de la línea se procede a calcular el tiempo de ciclo de la siguiente forma:

$T_c = \text{Jornada} / \text{Producción}$,

Como ya se conoce la capacidad deseada de 235 l, calculada esta de acuerdo a la tinta negra, seleccionada como producto crítico para este estudio por ser la que se producirá en mayor cantidad.

$$T_c = 480 \text{ min/día} / 235 \text{ L/día} = 2.04 \text{ min/L}$$

Sin embargo dado que la producción se realiza en Batches, es decir por lote y considerando que cada corrida tiene un tamaño de lote de 200 litros, el tiempo de ciclo en función de las nuevas variables queda de la siguiente forma.

Capacidad deseada diaria: $235 \text{ L} \approx 2 \text{ Batch}$

$$T_c^* = 480 \text{ min/día} / 2 \text{ Batch/día} = 240 \text{ min/batch}$$

Nº de estaciones = Sumatoria de los tiempos de cada actividad / T_c

$$\text{Nº de estaciones} = 1603 / 200 = 8,01$$

Ahora con toda la información completa se procede a realizar el balance mediante la tabla 5.10. Para esta la operación de decantación se toma aparte ya que no es realizada por un operario y parte de este tiempo es en horas nocturnas.

Cálculos tipo:

En el área de mezclado se puede observar que,

$$\text{OCIO}_t = (T_c \cdot \text{Nop}) - \sum T_i = (200 \cdot 1) - 40 = 160 \text{ min.}$$

$$\text{OCIO} = \text{TNA} - \sum T_i$$

OCIO= 180-20= 160min.

Tabla 5.10 Asignación

ESTACION	ELEMENTO	POS PONDERADA	PRECEDENCIA	Ti	∑Ti	TNA	OCIO	OBSERVACION
I	desionización	1603	-	N/A	N/A	200	-	Asignada
	Dispersión	1603	desionización	10	10	190		Asignada
	Dosificación	1583	Dispersión - desionización	10	20	180		Asignada
	Mezclado	1563	Dosificación Dispersión - desionización	20	40	160	160	Asignada
II	Decantado	3	Mezclado Dosificación Dispersión - desionización	1560	1560	- 1360	-	Asignada (El tiempo de decantado se realiza mientras se procede a las operaciones siguientes aprovechando las horas de la noche
III	Decantado	3	Mezclado Dosificación Dispersión - desionización	1560		-1160		
IV	Decantado					-960		
V	Decantado					-760		

VI	Decantado					-560		
----	-----------	--	--	--	--	------	--	--

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.10 Asignación (Continuación)

ESTACION	ELEMENTO	POS PONDERADA	PRECEDENCIA	Ti	$\sum T$ i	TNA	OCIO	OBSERVACION
VII	Decantado					-360		Horas nocturnas
VIII	Filtrado	3	Decantado Mezclado Dosificación Dispersión - desionización	N/A	N/A	200	-	asignada
	Envasado	N/A	Filtrado Decantado Mezclado Dosificación Dispersión - desionización	3	3	197	197	Asignada

Fuente: Elaboración Propia

Dadas las características del sistema de producción, entiéndase la producción en batch en flujo continuo, la alta diversidad de tiempos de operación entre las distintas etapas y la innecesaria presencia del operador durante todo el tiempo de procesos en operaciones tales como la decantación se opto por distribuir el personal de la siguiente forma.

Preparación: 1 Operador por celda de preparación, que realizara las operaciones requeridas para el Batch completo y luego procederá a realizar el trasiego a la Piscina de Decantación correspondiente. Adicionalmente cada trabajador estará

encargado de realizar el mantenimiento preventivo de las piscinas de decantación, por ser este un mantenimiento básico. Total: 4 Personas.

Envasado: 1 operador por cada color de tinta, presente únicamente durante el envasado de producto. Total: 4 Personas.

Manejo de Materiales: 1 operador de manejo de materiales, que se encargara de realizar el traslado de la materia prima desde el respectivo almacén hasta las celdas de preparación, y además realizara el traslado del producto envasado al almacén de Producto terminado y su respectiva paletización.

Supervisión: 1 Supervisor de manufactura para la planta.

TOTAL: 9 Operarios y 1 Supervisor.

5.7 Comparación de la Situación Actual con Situación Propuesta

Tabla 5.11 Comparación de Situación Actual con Situación Propuesta

SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> Proceso de decantación es elaborado en tambores de 200 l. la cual un espacio de 10m², produciendo un color a la vez y el proceso de limpieza requiere de grandes esfuerzos. 	<ul style="list-style-type: none"> Proceso de decantación se realiza en piscinas de 1000 lts de capacidad las que solo ocupan 4m² por color y drenaje para facilitar el sistema de limpieza.
<p>Se realizan cuatro filtrados pasando la tinta de un tambor a otro a través de mangueras y bombas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se incorpora el proceso de filtrado al traslado del área de decantación al envasado.
<ul style="list-style-type: none"> Se genera un desperdicio nunca menor de 1 litro por jornada al trasladar a través de mangueras 	<ul style="list-style-type: none"> Se elimina el desperdicio ya que el traslado es directo y todos los departamentos se ubican en un

ubicadas en la estructura de la escalera.	mismo nivel.
<ul style="list-style-type: none"> • Se elabora un solo producto por jornada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los cuatro colores producen simultáneamente en una misma jornada.
<ul style="list-style-type: none"> • La producción mensual es de 6250 l. aproximadamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • La capacidad de producción sera de 9400 litros/mes, con posibilidades de expansion.
<ul style="list-style-type: none"> • El espacio actual es de 100m² por lo que es imposible ampliar la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño de planta posee 500m² y cuenta con espacio disponible para ampliaciones a futuro.

CAPÍTULO VI

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

6.1 Estimación de la Inversión Inicial

En la tabla a continuación se presentan las cantidades y los precios de cada uno de los equipos requeridos para la instalación de la nueva planta y se hace el cálculo de los costos totales de la siguiente manera:

$$CT = Q * CU$$

$$CT \text{ bomba } \frac{1}{2} \text{ hp} = 3 * 520$$

$$CT \text{ bomba } \frac{1}{2} \text{ hp} = \mathbf{1560Bs.}$$

Tabla 6.1 Costo de Equipos y Herramientas Requeridos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)
Bombas ½ hp	3	Pieza	520	1560
Bombas ¾ hp	3	Pieza	1700	5100
Calentador 250 l.	1	Pieza	1300	1300
Filtros Doble Carga Transparentes	4	Pieza	575	2300
Tanque 1000 l. Agua Desionizada	1	Pieza	1000	1000
Piscinas Decantación	4	Pieza	900	3600
Tuberías ½"	140	M	15	2100
Conexiones	68	Pieza	2	136
Válvulas de Cierre Rápido	28	Pieza	29,5	826
Mangueras 1"	20	M	10	200
Válvulas Check	4	Pieza	38	152

Fuente: Cotizaciones hechas por las Empresas EPA, FERKA y Dynamic Print Ven, S.A.

Tabla 6.1 Costo de Equipos y Herramientas Requeridos (Continuación)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)
Soporte de Hierro para Tanque	1	Pieza	400	400
Soporte para Bombas	1	Pieza	700	700
TOTAL				19374

Fuente: Cotizaciones hechas por las Empresas EPA, FERKA y Dynamic Print Ven, S.A.

Adicionalmente se realiza el cálculo de la instalación de dichos equipos, la cual se muestra en la siguiente tabla 6.2:

$$CT = Q * CU$$

$$CT \text{ tubería externa} = 140 * 15$$

$$CT \text{ tubería externa} = 2100Bs.$$

Tabla 6.2 Costo de Instalación

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)
Instalación de Tuberías Externas	140	M	15	2100
Instalación de Filtros	4	Pieza	20	80
Instalación de Bombas	8	Pieza	100	800
Instalación de Piscinas	4	Pieza	300	1200
Instalación de Tanque	1	Pieza	300	300
Instalación de Calentador	1	Pieza	200	200
TOTAL				4680

Fuente: Cotización hecha por la Empresa Serviversity, C.A.

Finalmente se obtiene el valor de la inversión inicial sumando el costo total e instalación de los equipos y herramientas, además se calcula un aproximado de costos imprevistos y proyecto de ingeniería.

Tabla 6.3 Inversión Inicial

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL (Bs.)
Costo Total de Equipos y Herramientas	19374
Costo de Instalación	4680
Total	24054
Imprevistos*	1202,7
Proyecto de Ingeniería*	3788,5
TOTAL	29045,2

Fuente: Elaboración Propia.

* Para el cálculo de la inversión inicial se tomo un 5% para costos imprevistos y un 15% como proyecto de ingeniería, esto tomando referencia de los autores Gómez y Núñez (2007).

6.2 Costos Asociados a la Mano de Obra Adicional Requerida

Actualmente en Venezuela el sueldo mínimo base se encuentra en 967,5 Bolívares fuertes mensuales pero adicional a esto, en la empresa se da un beneficio aproximado a un 80% la cual incluye:

- IVSS.
- INCES.
- LPH.
- Paro forzoso.
- Dotación de uniformes.
- Bono alimenticio.
- Vacaciones.
- Prestaciones.
- Utilidades.

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del costo asociado a mano de obra adicional requerida:

Tabla 6.4 Costos Asociados a la Mano de Obra Adicional Requerida

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (hb.)	COSTO UNITARIO (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)
Salario Base	10	967,5	9675
Beneficios Adicionales	10	774	7740
TOTAL			17415

Fuente: Elaboración Propia.

Al relacionar directamente este valor con el producto, tenemos que se agregan 1.8 Bs.F. al costo del mismo, la cual sera ahora de 11,8 Bs.F.

6.3 Estimación de Ingresos Totales

Como se mencionó en capítulos anteriores, con este proyecto se busca aumentar la capacidad de producción de la empresa en un 50%, produciéndose 9380 litros mensuales.

Mediante la empresa se conoció que el precio de venta de la tinta por unidad es de 16 Bs./l. Con esto se procedió a realizar el cálculo de los ingresos mensuales de la empresa. Según Gómez y Núñez (2007) se tiene que:

$$V = P.V \text{ (Bs./l)} * Q(l)$$

$$V = 16 \text{ Bs./l} * 9380 \text{ l.}$$

$$V = 150080 \text{ Bs./mes.}$$

6.4 Rentabilidad

Según Gómez y Núñez (2007) existen diversos métodos para conocer la rentabilidad de un proyecto. Para el presente se procedió a calcular la misma mediante el Porcentaje de Retorno de la Inversión y adicionalmente el Tiempo de Pago.

6.4.1 Ganancia Bruta

Según datos suministrados por la empresa, anteriormente el costo por litro de tinta es aproximadamente de 10 Bs. Incluyendo costo de materia prima, mano de obra, y gastos generales. A este se le sumará el costo por mano de obra adicional, siendo ahora de 11.8 Bs.

Para conocer la ganancia bruta se tiene la fórmula a continuación:

Ganancia Bruta= V- (Costo de manufactura+ Gastos Generales)

$$GB= 150080 \text{ Bs.F/mes} - (11,8)*9380$$

$$GB= 39396 \text{ Bs.F/mes}$$

6.4.2 Porcentaje de Retorno de la Inversión

Según Gómez y Núñez (2007), toda inversión retorna en proporciones cada cierto tiempo, para conocer este, se tiene la siguiente fórmula:

$$\%RI= (\text{Ganancia Bruta/ Inversión Inicial}) * 100$$

$$\%RI= (39396/29045,2)*100$$

$$\%RI= 135,64\%$$

6.4.3 Tiempo de Pago

Según Gómez y Núñez (2007), las inversiones retornan a largo o corto tiempo, este puede ser conocido mediante la expresión:

$$TP= \text{Inversión Inicial/ Ganancia Bruta}$$

$$TP= 29045,2/39396$$

$$TP= 0,73 \text{ mes}$$

Con los resultados obtenidos en ambos métodos aplicados podemos concluir que la recuperación de la inversión inicial es en un periodo de un mes aproximadamente en proporciones de 135.64%, lo que confirma que el presente proyecto es rentable.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1.1 LA EMPRESA

DYNAMIC PRINT VEN, S.A. Es una Empresa de origen nacional con más de cinco años de experiencia dentro del marco de consumibles de computación. Esta empresa ofrece productos y servicios que le ayudarán a mejorar los procesos de negociación dentro y fuera de su organización, bajar los costos e incrementar su productividad.

Desde el año 2007 se ha introducido en el área de la producción de tinta, ofreciendo un producto de altísima calidad la cual ayuda a la preservación del medio ambiente debido a sus características de origen vegetal.

Esta ubicada en Av. Constitución. Centro Comercial Los Mangos. Nivel P/B. Local 33. Sector Casco Central. Maracay- Edo. Aragua.

1.1.2 MISIÓN

“Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, distribuidores, accionistas, trabajadores y proveedores, a través de nuestros productos y servicios. Además de la gestión de los procesos de negociación dentro y fuera de nuestra organización, garantizando los más altos estándares de calidad, eficiencia y competitividad. Para que conseguir una mejor relación precio/valor, alta rentabilidad y crecimiento sostenido, contribuyendo con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el desarrollo del país a través de un proceso limpio para el medio ambiente.”

1.1.3 VISIÓN

“Seremos una Empresa líder en la comercialización de las mejores marcas en el ramo de la tecnología y la computación y en la producción de tintas para impresoras de altísima calidad en Venezuela. Con ello se busca extendernos hacia los mercados de América Latina, mediante adquisiciones y ampliación de nuestra planta, aumentando así nuestra productividad y generando más puestos de trabajo. Promoveremos la generación y difusión del conocimiento en las áreas de comercialización, tecnología, producción y gerencia. Seleccionaremos y capacitaremos a nuestro personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, lograremos su pleno compromiso con los valores de la Empresa y le ofreceremos las mejores oportunidades de crecimiento personal y profesional.”

1.1.4 VALORES

Orientación al Mercado: Satisfacer las necesidades de nuestros clientes de manera eficiente.

Puntualidad: Buscamos estar a tiempo en el lugar adecuado y dar respuesta a nuestros clientes, distribuidores, trabajadores y proveedores en el momento preciso.

Flexibilidad: Actuamos oportunamente ante los cambios del entorno, siempre guiados por nuestra visión, misión y valores.

Sensibilidad: Estamos despiertos hacia la realidad, descubriendo todo aquello que afecta en mayor o menor grado el desarrollo personal, familiar y social.

Innovación: Tenemos una actitud abierta ante la generación de nuevas tendencias, tecnologías y nuevos productos.

Aprendizaje: Poseemos la disposición a aprender, gerenciar y difundir nuevos conocimiento. Conocemos la importancia de adquirir conocimientos a través del estudio y la reflexión de las experiencias cotidianas.

Crítica Constructiva: Estamos abierto a cualquier opinión con una actitud madura, responsable y llena de respeto por nuestros semejantes para así ayudar y ser ayudados en el crecimiento de nuestra organización.

Trabajo en equipo: Fomentamos la integración de equipos con el propósito de alcanzar metas comunes.

Reconocimiento continuo al logro y la excelencia: Fomentamos y reconocemos constantemente entre nuestros trabajadores la excelencia y la orientación al logro.

Oportunidades de empleo sin distinción: Proveemos oportunidades de empleo en igualdad de condiciones.

Integridad y Civismo: Exhibimos una actitud consistente ética, honesta, responsable, equitativa y proactiva hacia nuestro trabajo y hacia la sociedad en la cual nos desenvolvemos.

Servicio: Brindamos ayuda de manera espontanea hasta en los detalles mas pequeños con un alto sentido de colaboración por la satisfacción del cliente y la organización.

1.1.5 PROPÓSITO GENERAL DE LA EMPRESA

Proporcionar a sus clientes un producto de altísima calidad para la alternativa de la regeneración de cartuchos tanto de impresora láser como de tinta, que sin duda es un proceso limpio para el medio ambiente y altamente rentable tanto a nivel empresarial como a nivel personal, sin presentar ningún tipo de riesgo para los equipos y proporcionando la misma calidad de impresión de un cartucho original.

1.1.6 PRODUCTOS

Cuenta con una amplia variedad de equipos, partes y piezas de altísima calidad originales y genericas en la rama de computación. También ofrece todos los productos necesarios para la regeneración de cartuchos y tintas importadas originales. Además, dicha empresa proporciona como producto principal tinta para impresoras en presentaciones de 0,25 l; 0,5 l; 1 l y 20 l, según las exigencias del cliente. Esta es utilizada específicamente en impresoras de inyección de las marcas Hp, Canon, Epson y Lexmar.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Venezuela, según la “*International Telecommunication Union*” (2009), el 4.3% de la población posee un computador personal, sin embargo, existen numerosos comercios formales e informales que se dedican a prestar el servicio de impresión, además de aquellos que también rentan por tiempo los computadores, lo que incrementa en aproximadamente un 1000% el número de personas que requieren realizar impresiones en su rutina diaria. Adicionalmente se sabe que el 75% de las impresoras en uso, utilizan la modalidad de inyección de tinta, lo que se traduce en un creciente mercado de suministros consumibles para ese tipo de impresora.

Este mercado en el país, considerando las actuales circunstancias económicas, se divide en dos grandes sectores. El sector de reposición original y el de regeneración de cartuchos de tinta. Según el diario tecnológico (2009) el 32% de la población latinoamericana que usa impresoras de inyección de tinta, opta por regenerar los cartuchos, razón ésta por la cual existen amplias oportunidades de negocio en esta área. Más aun si se considera la diferencia de precios de venta entre ambos sectores, lo que favorece la demanda de cartuchos regenerados.

Es precisamente en el sector de mercado de regeneración de cartuchos, donde se ubica la empresa DYNAMIC PRINT VEN C.A., encargada de la manufactura de tinta

para impresoras de inyección, en sus cuatro colores primarios: negro, magenta, amarillo y cyan. Dicha firma está laborando en este mercado desde Marzo del 2007; cuando inicia operaciones penetrando un 10% del mercado nacional con una producción mensual de 960 l. La segmentación geográfica del mercado, se debe precisamente a la ubicación de la empresa, la que inicialmente se ubicó en la Av. Constitución, C.C. Los Mangos, local 33, Maracay, Edo. Aragua, donde hasta la actualidad se realizan las operaciones de manufactura, en un local de dos niveles que totaliza 100 metros cuadrados de superficie.

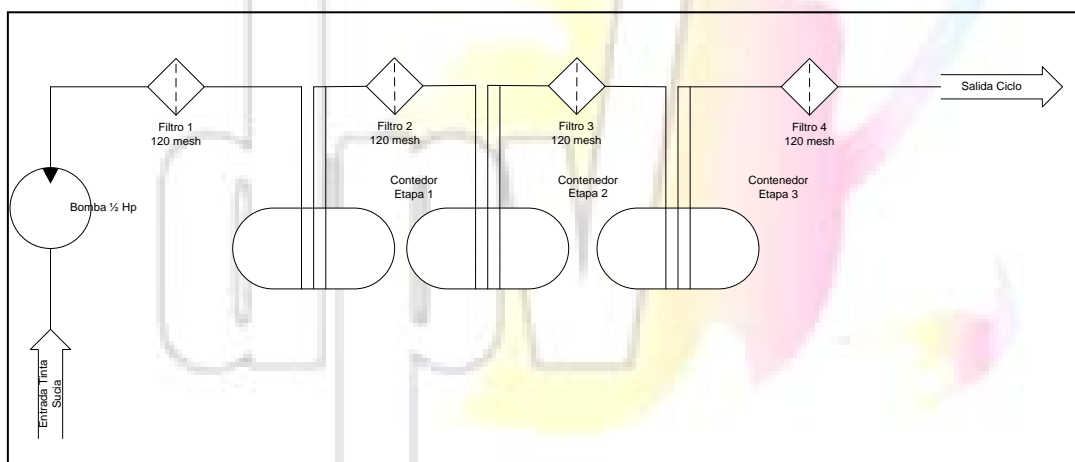
El proceso se lleva a cabo de la siguiente manera, en el piso superior se almacena la materia prima, además de iniciarse el proceso de dispersión de los colorantes, bien sean en polvo o líquido según sea el caso. Esto se logra disolviendo en agua la materia prima y agitándolo mediante un batidor de hélice, posteriormente se preparan las dosificaciones del resto de los compuestos y se traslada todo al área de mezclado, ubicada en el mismo nivel. En esta etapa del proceso se inicia con una segunda disolución, esta vez con agua desionizada, la cual se encuentra a 40°C, esto con la finalidad de lograr una mezcla sobresaturada de colorante disperso y solvente. Este proceso tiene una duración de cinco (5) minutos, luego de los cuales se agregan el resto de los componentes a la mezcla mientras la misma se agita, lo que se realiza en 5 minutos adicionales. Al finalizar, se suspende el agitado y se procede a trasegar la tinta sucia a contenedores de 200lts de capacidad mediante bombas de ½ hp, dejándose reposar durante 2 horas, para luego añadir un preservativo líquido denominado biocida y pasar a la etapa de decantación.

Durante la decantación, la tinta sucia se deja reposar por un lapso de 24 horas consecutivas, tiempo en el cual la mezcla se estabiliza y todas las partículas sólidas provenientes del colorante primario, que no formaron parte de la solución sobresaturada, se sedimentan. Con lo que se obtiene una solución de tinta con el correcto grado de homogeneidad que garantiza la calidad del producto.

Al concluir la etapa de decantado, se procede al filtrado. Es prudente recordar que debido a que la tinta producida será utilizada en impresoras de inyección de tinta, la

misma debe poseer un grado de pureza tal que minimice los posibles daños a los cabezales de inyección. Para esto y siguiendo las políticas de calidad de la empresa, el proceso de filtrado se realiza en tres ciclos de cuatro etapas consecutivas (Fig. 1.1). En cada una de las cuales la tinta sucia, es forzada a través de un filtro de acero inoxidable de 120 mesh, para lo cual se hace uso de bombas de $\frac{1}{2}$ hp de potencia. Debido a que la empresa se inició en forma artesanal, y considerando la limitación de espacio disponible, solo se cuenta con un conjunto de filtros, lo que obliga a realizar una limpieza manual de dicho dispositivo y de los tambores luego de cada filtrado, para así poder continuar con el siguiente lote de producción. Esto se traduce en un cuello de botella ya que provoca retrasos en el proceso y conlleva a una lógica disminución en la capacidad de producción, limitándola así a 6250 l/mes.

Figura 1.1 Ciclo de Filtrado



Una vez que se ha concluido con el cuarto filtrado del tercer ciclo, se procede a trasegar la tinta filtrada al área de envasado. Dicha etapa se realiza en el nivel inferior del local, para lo cual la tinta es enviada mediante gravedad, a través de mangueras plásticas transparentes ubicadas en las escaleras de la estructura, hasta los depósitos inferiores. Aquí la tinta se somete a un último filtrado, al pasar por una malla metálica de 120 mesh, la cual se encuentra a la entrada de cada depósito. Es de hacer notar que el intercambio entre los depósitos se realiza en forma manual, lo que se traduce en que el personal debe levantar y mover, sin ayuda alguna los depósitos, los cuales poseen un peso de 10 Kg.

Las últimas etapas del proceso de producción, son las correspondientes a envasado de la tinta y empaquetado del producto terminado, ambos realizados en la planta inferior del establecimiento. La empresa actualmente suministra el producto en 4 presentaciones. Envases de 0.25 lt.; 0.5 lt.; 1lt. y 20 lts. Utilizando éstas a requerimientos de los clientes.

En el área de envasado, el trabajador procede a colocar cada envase en el dispensador; la calibración, el nivel, la apertura, así como el cierre de la llave se realiza en forma manual, lo que se traduce en que la cantidad de tinta en cada envase es variable, generándose por esto una disminución en la calidad del producto terminado. Así mismo, debido a que la tinta es un fluido altamente espumoso, la manguera del llenador debe llevarse hasta el fondo del envase, para reducir en lo posible la formación de burbujas y poder aprovechar al máximo la capacidad de dicho envase. Esto sumado a las propiedades de adhesión que posee la tinta, provoca que quede un remanente de la misma en las paredes de la manguera de llenado, cantidad ésta que debido a goteo continuo provoca una disminución de las condiciones de limpieza del área, además de representar desperdicios de aproximadamente 1 litro/jornada (Empresa Dynamic Print Ven, S.A., 2009) y las respectivas pérdidas para la empresa.

El sellado del envase se realiza también en forma manual por el mismo trabajador antes mencionado, una vez llenado el recipiente lo coloca en el piso y procede a colocarle la tapa y ajustarla aplicando la fuerza que considere necesaria. Para esto el trabajador ubica la tapa sobre la boca del envase y la presiona hacia abajo con la palma de la mano, valiéndose de su propio peso, considerados estos como movimientos de orden superior. Esta condición, además de representar un riesgo ergonómico, por ser movimientos repetitivos, representa en el mejor de los casos, falta de uniformidad en la presión de ajuste de las tapas de los envases de tinta.

Cuando el recipiente se encuentra lleno y sellado, el trabajador lo coloca directamente en las cajas de cartón corrugado (solo para los envases de 0.25, 0.5 y 1 lts.) estando dicha caja ubicada sobre el piso, lo que genera movimientos de orden superior con altísima repetitividad.

Debido a que el ya citado establecimiento fue diseñado para su uso como local comercial, la distribución de la planta se realizó en forma inadecuada, y considerando que el área está repartida en dos pisos, la empresa separó el proceso de manufactura en los dos niveles del local. Realizando en el piso superior las operaciones correspondientes al mezclado y preparación de la tinta, y luego mediante un sistema de manejo de materiales por gravedad, trasegar la mezcla ya preparada, para su envasado en la planta inferior, donde se almacena el producto terminado. Cabe destacar que dicho local no posee un área específica para el almacenaje de materia prima ni de producto terminado y gracias a esto a veces la empresa debe parar su producción hasta que el producto sea despachado, causando esto una disminución en la capacidad de producción.

También se tiene un incremento del desperdicio, debido a las pérdidas en el traslado de las tintas de un nivel a otro, en adición y motivado a que la estructura no fue diseñada para albergar un proceso de manufactura, los ductos de trasiego se ubican en la misma escalera por donde circula el personal que opera los procesos. Lo que por lo menos representa un riesgo latente de lesiones y dificulta la circulación del personal.

Es válido agregar que la infraestructura impide cualquier tentativa de ampliación o incremento en la capacidad instalada de manufactura. Siendo esta modificación necesaria para cumplir las metas de la empresa, específicamente las referentes a incremento de la capacidad de producción. Tomando en cuenta que la demanda ha ido mostrando una tendencia creciente de aproximadamente 20% anual, y considerando que la actual capacidad de producción se limita a 250 l/hora, mientras se observa que la demanda del producto que se desea atender es 40000 l/mes. Es éste un momento idóneo para la inversión e incremento de participación en el mercado, para así ampliar la producción y absorber parte de la demanda potencial, además de mejorar los procesos, para así incrementar los beneficios.

Por esto la empresa ha decidido trasladar su ubicación a un galpón de 500mts² ubicado en la Zona Industrial de Guerito. Av. Principal de Guerito. Municipio Linares Alcántara. Estado Aragua. Este espacio fue adquirido, con la finalidad de incrementar su capacidad de producción instalada y teórica en un 50%. Es decir incrementar su

capacidad actual y así mismo permitir un incremento posterior de ser este necesario. Por ello se desea diseñar la planta de forma tal que se adecue a las actuales tendencias de manufactura, especialmente la óptica “Lean Manufacturing” además de cumplir con todas las normativas vigentes.

Para lograr esto, se ha encomendado a los autores de este proyecto, la tarea de diseñar y planificar la distribución de la nueva planta, de forma tal que sea posible cumplir con la meta de producción igual a la demanda actual. Buscando además, que a mediano plazo permita realizar modificaciones para adecuar la capacidad de producción a las exigencias del mercado, sin dejar de lado en ningún momento la seguridad de los trabajadores y velando siempre por la maximización del beneficio.

Con lo que se espera responder a las siguientes interrogantes: ¿Como se incrementará la capacidad de producción de la empresa Dynamic Print Ven, S.A. mediante la modificación de la distribución de la planta? ¿Cómo influye la distribución de la planta en la aplicación de herramientas lean Manufacturing? ¿Cuál es el nivel de rentabilidad de diseñar un distribución de planta basado en los criterios lean?

1.2.2 OBJETIVOS

1.2.2.1 OBJETIVO GENERAL

Incrementar la capacidad de producción de la planta manufacturera de tintas, Dynamic Print Ven, S.A. en un 50% mediante la aplicación de herramientas de Ing. de Métodos.

1.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar los requerimientos de espacio, equipos y herramientas para proponer la distribución de planta adecuada que satisfaga las nuevas necesidades de la Empresa.

2. Realizar el Balance de la Línea de Manufactura para determinar los requerimientos de mano de obra.
3. Proponer mejoras del proceso para facilitar el incremento de la producción adaptándose a la metodología de “Lean Manufacturing”.
4. Evaluar la rentabilidad económica del proyecto.

1.2.3 JUSTIFICACIÓN

Dado que las variables económicas (Demanda potencial, productos sustitutivos, etc.) inherentes a la rama de negocios de Dynamic Pint Ven C.A. son actualmente favorables para cualquier tentativa de inversión, la empresa ha decidido ampliar su infraestructura y adecuarla para absorber parte de la demanda potencial, incrementando su participación en el mercado. Por esto la correcta planificación de la distribución de la nueva planta de manufactura es vital para la firma, logrando con esto hacer uso eficiente del capital invertido. Por lo tanto la realización de este proyecto es imprescindible para dicha empresa, ya que será esto lo que garantizará, que la nueva infraestructura cumpla con los requisitos ideales para lograr un proceso de producción ajustado a las nuevas tendencias, políticas y filosofías de manufactura, sin sacrificar flexibilidad y con la mínima inversión posible, además de cumplir con la legislación vigente en el país.

Para la Universidad de Carabobo y específicamente para la Escuela de Ingeniería Industrial, este proyecto representa una oportunidad de evidenciar una vez más, ante los entes externos, tanto públicos como privados, el alto nivel de preparación de los profesionales formados en esta casa de estudios. Mediante la integración de los distintos conocimientos adquiridos en la carrera y aplicarlos en función de solucionar y mejorar situaciones problemáticas, contribuyendo de forma activa en la recuperación de las empresas, y en fin de cualquier proceso. Además de esto, se incrementó el banco de proyectos dentro de la ya citada Escuela, que sirven entre otras cosas como referencia para los futuros graduandos e investigadores en general.

Adicionalmente, el desarrollo de este proyecto de investigación, contribuye de manera significativa, en la generación de empleos y recuperación del parque industrial de la región, el cual se encuentra en evidente decadencia. Lo que dada la actual contracción económica que abruma el sector industrial, se transforma en una necesidad

impostergable de parte de todos los habitantes de la nación, lo que además se corresponde con el compromiso social y de desarrollo inculcado en esta casa de estudios.

Para los autores de este trabajo, el mismo permite la integración de los diversos conceptos y conocimientos adquiridos, lo que además les permite optar al título de grado de Ingeniero Industrial.

1.2.4 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realizó en la empresa DYNAMIC PRINT VEN, C.A., específicamente en el área de producción de tintas para la regeneración de cartuchos para impresoras de inyección la cual se desea ampliar y reubicar en un galpón de 500mts² ubicado en un terreno propio de 1250mts² en la zona industrial de Güerito. Av. Principal de Güerito. Municipio Linares Alcántara. Estado Aragua. Para esto se invirtió un lapso de tiempo comprendido entre los meses de Junio y Septiembre de 2009.

Con este estudio se obtuvo como resultado final el diseño y la distribución de la nueva planta procesadora de tinta de dicha empresa, donde se ubican cuatro líneas de producción, una para cada color.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 ANTECEDENTES

DOS SANTOS, (2008).

La autora realizó un trabajo cuyo objetivo fue “Mejorar el sistema de producción en la Empresa Dulcería Mi Rey C.A. a través de un diseño de planta que permita fabricar los productos deseados, con la calidad deseada y al menor costo posible.” La metodología aplicada asistió en la investigación en seis fases distintas. Realizando en la primera la recolección de la información, mediante la observación estructurada del proceso. En la segunda Fase, se procedió a la descripción de la situación actual del proceso y de la empresa, mediante el uso de fotografías y tablas. Donde se muestran además de la ubicación de los equipos, la condición de los mismos y la descripción del área de trabajo, donde se muestra la distribución de la planta. Así mismo se representa el flujo de los materiales en el plano de la planta, la secuencia de ejecución de los movimientos realizados por el trabajador y rutas descritas por el traslado de los materiales. En este aspecto se visualiza dicho traslado mediante la utilización de un gráfico P-Q de material vs. Cantidad movilizada. La fase tercera, comprende el diagnóstico de los problemas, identificación de los elementos que agregan valor o no al producto, y por último la generación de los diagramas de procesos. Luego, la fase cuatro, comprende el análisis de la información recabada, para la cual se hace uso de los criterios de análisis de la operación, para lo cual se usa la información recabada en las fases anteriores. En la quinta fase, se realiza la presentación de las propuestas de mejoras, entre las que se incluye la redistribución de los recursos existentes. Y por

Último, la sexta fase de la investigación comprende la evaluación económica de las propuestas generadas en la fase anterior. El estudio realizado en la investigación citada arrojó entre otros resultados la modificación de los envases utilizados para la comercialización del producto. También se propuso un nuevo layout de planta, orientando la propuesta a una distribución por procesos. De esta investigación, se hizo uso de los conocimientos y resultados obtenidos específicamente en lo referente a distribución de planta y diagrama de operaciones, diagrama de bloques y diagrama de proceso.

PEREZ Y SALVADORI, (2008).

Los autores desarrollaron un trabajo cuyo objetivo fue “Diseñar un área de sub-ensambles para eliminar los cuellos de botella y alcanzar la producción programada por la nueva línea unificada TP04 de tapicería pasajeros en General Motors Venezolana.” El estudio realizado en el trabajo de grado citado, se realizó desde un enfoque descriptivo en su primera etapa. Donde se diagnosticó la situación actual de la línea de tapicería en estudio. Se logró mediante la observación directa, que permitió constatar la problemática existente en dicha área y analizar las diferentes actividades ejecutadas por los trabajadores durante el proceso. Posteriormente, se procedió a realizar un nuevo diseño de distribución de la línea, con diferentes propuestas de mejora, para luego seleccionar la más conveniente y realizar la elaboración del nuevo layout definitivo. Una vez obtenido el nuevo layout de la línea, se designaron las operaciones de las áreas de sub-ensamble, y posteriormente la toma de los tiempos de duración de cada una de las operaciones. A continuación se implementó la nueva distribución del área y método de trabajo, posterior a lo cual se midió el nuevo tiempo de las operaciones con la finalidad de obtener un nuevo tiempo estándar para cada operación. Lo que permite la posterior comparación entre el estado anterior y la propuesta implantada.

Con la implementación de esta investigación se logró mediante el diseño de un área de sub-ensamble, eliminar el déficit de 2 unidades que existía entre la meta de producción y la producción real diaria. Para esto se utilizó la metodología SLP (Systematic Layout Planning) lo que permitió generar una alternativa de distribución que se ajustaba a los intereses de la empresa. Precisamente es esta estrategia el aporte primordial del ya citado estudio para el proyecto que fue realizado, adicionalmente se

utilizó el diagrama de precedencias comp. Herramienta para el balance de la línea, una vez diseñada mediante la utilización del SLP.

DE OLIVEIRA, DOS SANTOS, (2006)

Los autores desarrollaron una investigación cuyo objetivo fue “Evaluar la distribución de una planta fabricante de neumáticos para la aplicabilidad de sistemas Kanban” Para lo cual realizaron un estudio descriptivo del área de manufactura, logrando visualizar la situación actual de la empresa, mediante la observación directa. Posteriormente procedieron a analizar la información recolectada, con el fin de ubicar las áreas críticas del proceso, específicamente aquellas que presentaron demoras debido a falta de materiales provenientes de otras estaciones de la cadena de suministros.

Posteriormente haciendo uso de la ponderación por puntos se selecciono entre las áreas antes obtenidas como criticas, aquella con mayor impacto sobre la producción, para ser utilizada como unidad piloto del sistema kanban. Para esto se diseñaron los indicadores de gestión necesarios en el área ya mencionada, a fin de poder cuantificar el impacto de la propuesta y evaluar su eficacia.

Una vez seleccionada la unidad de trabajo, se procedió a estudiar el tamaño de la unidad técnica d manufactura, tamaño de los pedidos, nivel de reorden, ruta, tiempo de traslado y recorrido del pedido, para luego diseñar la tarjeta del Kanban.

Concluida esta etapa se realizó el ensayo de la metodología propuesta y se cuantificaron los indicadores nuevamente, lo que permitió desarrollar una comparación entre ambos escenarios. Obteniendo como resultado una disminución de 65% en las demoras originadas por retrasos en el suministro de materiales en el área en cuestión, además de reducir en un 30% el nivel de inventario en proceso. Logrando esto, gracias a la implementación de SLP en lo referente al diseño de la ruta de los pedidos y la aplicación de herramientas lean Manufacturing. Siendo esta herramienta la misma que sirvió de aporte para la realización del presente proyecto.

2.1.2 BASES TEÓRICAS

SLP: Systematic Layout Planning

Systematic Layout Planning, es una manera organizada para lograr la planeación de un layout. Esto consiste en una estructura de fases, un patrón de procedimientos y un conjunto de convenciones para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas incluidas en la planeación del layout.

Dichas fases son cuatro, Localización, Layout General, Layout detallado e Instalación.

En la Fase I, el planificador determina la localización del área en la cual se ubicara la infraestructura que albergara los procesos de manufactura. Para esto, el diseñador debe mediante diversas herramientas considerar en que región geográfica es más conveniente ubicar la instalación. Generando de ser posibles, varias alternativas, luego de lo cual mediante una ponderación a criterio propio, seleccionara la que le resulte mas conveniente. Entre las variables a considerar se pueden mencionar distancia a los proveedores, legislación local, servicios conexos, transporte, etc.

Fase II: Layout general. Establece un arreglo general del área a planificar. Mediante la visualización de los patrones de flujos básicos junto a las áreas donde se localizan, con mediciones generales de las variables que intervienen. Adicionalmente se señalan las relaciones y configuraciones de las áreas de una forma general, es decir con poco nivel de detalle. En esta etapa el planificador mediante el estudio de los patrones de flujo, intensidad de carga y distancias, propone diversos tipos de arreglo sobre el área de construcción de la planta, señalando en esta solamente la proporción de superficie requerida por cada proceso, y la necesidad relativa de cercanía entre cada uno. Luego cada una de las alternativas de arreglo pasan a una etapa de evaluación hasta seleccionar aquella que se considere más conveniente, para luego pasar con este a la etapa siguiente.

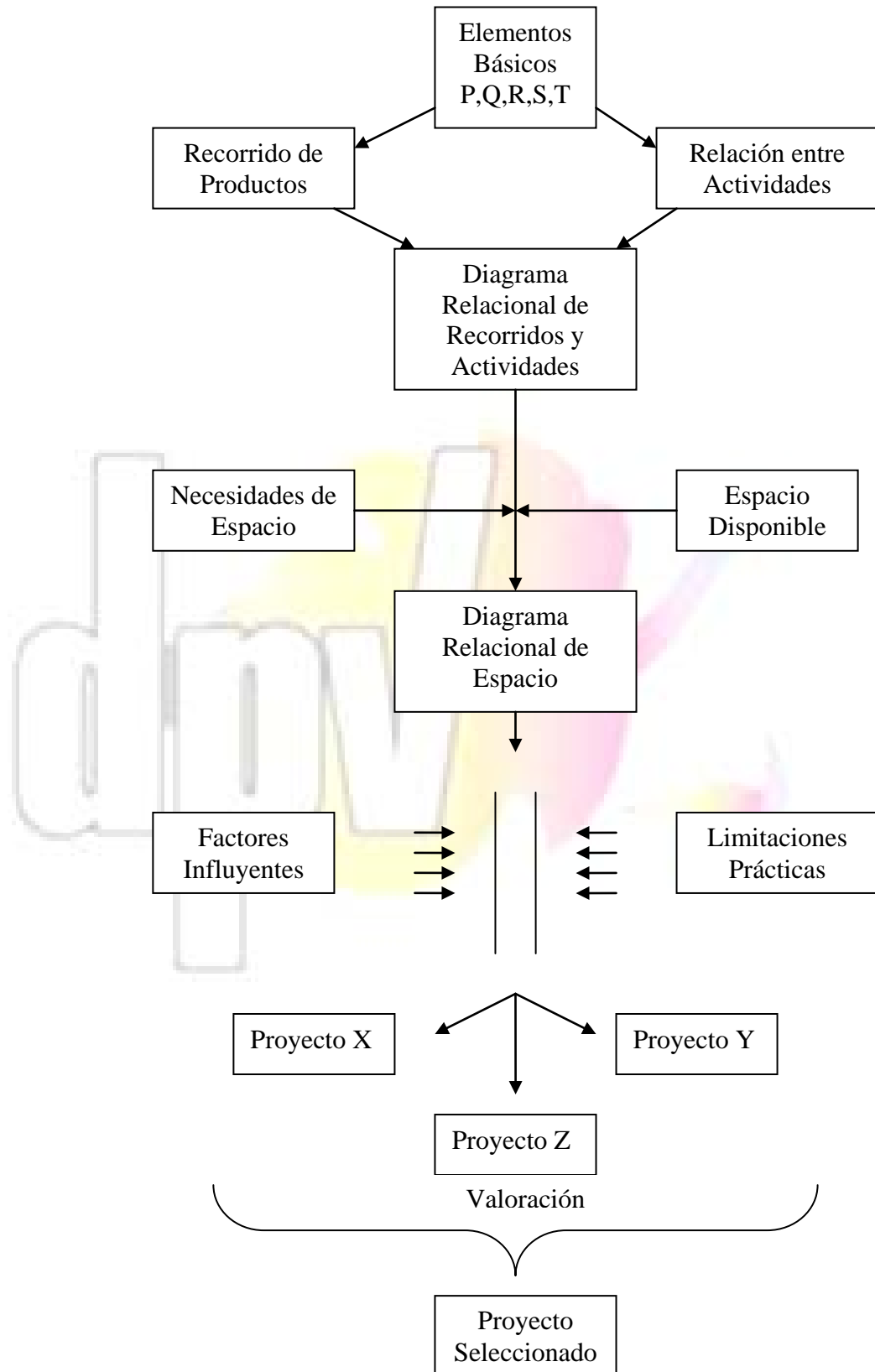
Fase III: Layout detallado. Se ubica cada pieza de maquinaria y equipos. Señalando sobre el plano en cada área especifica la ubicación, orientación, interrelaciones, etc. De cada pieza. Esto incluye los servicios y áreas utilitarias. Durante esta fase, la persona encargada del diseño, mediante la ubicación a escala correcta de la maquinaria y las conexiones con las demás piezas de equipo, logra un layout rico en detalle. El resultado de este proceso será el plano de la planta y servirá de guía para las operaciones de manufactura.

Fase IV: Instalación. Planificar la instalación, lograr la aprobación del plan y realizar las adaptaciones físicas necesarias. Para ello una vez concluido el layout detallado, con todas las medidas, características, flujos, etcétera, ubicados sobre el plano de la planta, se debe agregar los movimientos y adaptaciones necesarias, para poder realizar la nueva distribución.

En la siguiente figura se muestra paso a paso el proceso de distribución en planta según Muther (1987):



Figura 2.1 Proceso Sistemático de Distribución en Planta (S.P.L.)



2.1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

TINTA: Según el diccionario de la real academia de la lengua española (2009), Es un líquido que contiene varios pigmentos o colorantes utilizados para colorear una superficie con el fin de crear imágenes o textos. Comúnmente se considera que la tinta es utilizada en lapiceras, bolígrafos o pinceles; sin embargo, es utilizada extensivamente en toda clase de impresiones.

IMPRESORAS DE INYECCIÓN DE TINTA: Según el diccionario de la real academia de la lengua española (2009), Son dispositivos que funcionan expulsando gotas de tinta de diferentes tamaños sobre el papel. Son las impresoras más populares hoy en día para el gran público por su capacidad de impresión de calidad a bajo costo. La tinta va incluida en un cartucho. Se utiliza un cartucho para el negro. Los demás colores se forman mezclando en diferentes proporciones de magenta, amarillo o cyan.

DISPERSIÓN: Según el diccionario de la real academia de la lengua española (2009), se refiere al conjunto de fenómenos mediante los cuales las especies químicas pasan de unos compartimentos ambientales a otros o se diluyen dentro de uno de ellos.

DOSIFICAR: Según el Regate (2009), Consiste en graduar la cantidad de una sustancia que debe añadirse en cada etapa de un proceso.

COLORANTE: Según el diccionario de la real academia de la lengua española (2009), Es una sustancia que es capaz de teñir las fibras vegetales y animales.

AGUA DESIONIZADA: Según el diccionario de la real academia de la lengua española (2009), es aquella a la cual se le han quitado los cationes, como los de sodio, calcio, hierro, cobre y otros, y aniones como el carbonato, fluoruro, cloruro, etc. mediante un proceso de intercambio iónico. Esto significa que al agua se le han quitado todos los iones excepto el H^+ , o más rigurosamente H_3O^+ y el OH^- , para así evitar que los cabezales del cartucho o la impresora sufran algún tipo de desperfecto.

MEZCLADORES DE CORRIENTES: Según el diccionario de la real academia de la lengua española (2009), En este tipo de mezclador, se introducen los materiales casi

siempre por medio de una bomba y la mezcla se produce por interferencia de sus flujos corrientes. Solo se emplean en los sistemas continuos o circulantes para la mezcla completa de fluidos miscibles. Rara vez se usan para mezclar dos fases, cuando se desea una gran intimidad. La palabra "turbulencia" no implica, por necesidad, una mezcla satisfactoria.

TRASEGAR: Pasar un líquido de un recipiente a otro.

BIOCIDAS: Según el Regate (2009), estos son sustancias químicas sintéticas, naturales de origen biológico o de origen físico que están destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier microorganismo considerado nocivo para el hombre.

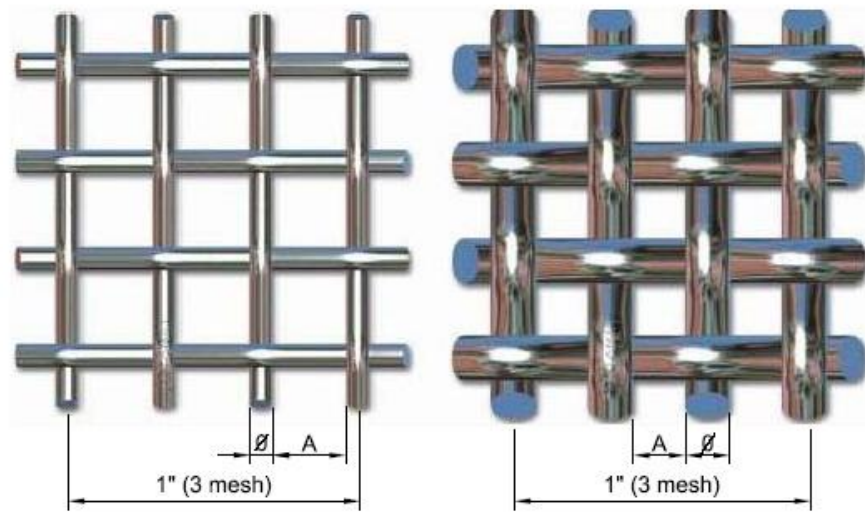
DECANTACIÓN: Según el diccionario de la real academia de la lengua española (2009), Es un método físico de separación de mezclas heterogéneas, estas pueden ser formadas por un líquido y un sólido, o por dos líquidos.

FILTRO: Según el Regante (2009), es un Dispositivo a través del cual se hace pasar un fluido para limpiarlo de impurezas.

MALLA: Según el Regante (2009), es el componente fundamental del filtro puesto que su orificio determina el tamaño máximo de la partícula que puede pasar a través del filtro y por tanto determina la calidad de filtración.

MESH: Según el Regante (2009), se define como el número de orificios por pulgada lineal a partir del centro de un hilo. Esta definición es equivalente al número utilizado en la norma norteamericana ASTM E 11-81. Es importante destacar que la luz de malla puede variar en dependencia del grueso del diámetro del alambre para un mismo mesh.

Figura 2.2 Definición de Mesh



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En éste capítulo se presentan los aspectos metodológicos seguidos en el estudio planteado, con la finalidad de dar respuestas a interrogantes como: Nivel de profundidad al que se llegó en la investigación propuesta y las técnicas que se utilizaron en la recolección de los datos para el apoyo y la verificación de dicha investigación.

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Arias (2006), define la investigación descriptiva como aquella que consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Por lo tanto el enfoque metodológico, que se utilizará para este trabajo de investigación es de naturaleza descriptiva en una primera etapa, ya que se realizará un análisis detallado de la situación actual mediante la recolección de datos y la medición de variables que intervienen en la misma.

Según la Universidad Pedagógica Libertador (2006), el proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. Por esto se puede clasificar este trabajo adicionalmente como de tipo factible, ya que principalmente busco encontrar una propuesta viable y concreta de diseño y distribución de la nueva planta de Dynamic Print Ven, S.A.

3.2 UNIDAD DE TRABAJO

El universo de estudio esta representado por la empresa Dynamic Print Ven, S.A. y su muestra se conformo por las áreas de manufactura de tinta nacional, en colores Cyan, Negro, Amarillo y magenta.

3.3 FUENTES Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las fuentes a las que se recurrió para realizar este estudio fueron primordialmente fuentes primarias, debido a que la información se recolectó mediante la observación directa en el lugar de trabajo. Esto con la finalidad de recabar datos que sustenten la situación actual de la empresa, no obstante se trabajó con entrevistas al personal directamente relacionado con el proceso de manufactura.

Sin embargo, la investigación fue sustentada en información proveniente de diversos textos, manuales, documentos, etc. Por lo cual las fuentes secundarias complementaron y dieron soporte al proyecto realizado.

Para llevar a cabo la investigación se utilizó el procedimiento que se muestra a continuación:

- **Etapa 1. Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa Dynamic Print Ven, S.A.**

Esto se logró mediante la observación directa del proceso, para posteriormente pasar al análisis de las diversas actividades ejecutadas en cada área a lo largo de todo el proceso.

- **Etapa 2. Diseñar una Nueva Distribución de la Planta de Manufactura de Tintas de Dynamic Print Ven, S.A.**

Esto se logró realizando un diagnóstico de la situación actual de la empresa mediante la observación directa del proceso, para posteriormente pasar al análisis de las diversas actividades ejecutadas en cada área a lo largo de todo el proceso.

Una vez conocido como se realizan los procesos en la actual localidad de la empresa, y una vez que se conocieron las problemáticas existentes, se procedió a elaborar los planos correspondientes a cada alternativa de solución, para su estudio y

selección de la propuesta de mayor factibilidad. Se debe notar que la nueva distribución es por producto.

- **Etapa 3. Realizar el Balance de Línea de la Nueva Distribución de la planta.**

Una vez seleccionada una distribución factible, se procedió a realizar el balance de la línea, para lo cual se hizo uso entre otras metodologías del diagrama de Precedencia y Método de las posiciones ponderadas.

- **Etapa 3. Evaluar la rentabilidad económica del proyecto y la Inversión Necesaria para Implementar la Opción Seleccionada.**

Luego de que se realizó la distribución de la planta y el respectivo balance de la línea, se procedió calcular el total de la inversión requerida para implementar la opción seleccionada, de acuerdo a los precios actuales de los equipos requeridos y el salario promedio del personal necesario en cada uno de sus niveles.

Con la información sobre el total de la inversión calculado, y tomando como referencia la posibilidad de incrementar la participación en el mercado, se procedió a estimar el tiempo requerido para recuperar la inversión realizada.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCION DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describen detalladamente los métodos de trabajo utilizados en cada etapa del proceso de fabricación de tintas, evidenciando los problemas anteriormente planteados.

4.1 Descripción General del Proceso

4.1.1 Proceso Actual de Producción

El proceso de elaboración de tintas se inicia realizando la dispersión del colorante. Para esto, el ya citado colorante es mezclado con agua para hacerlo líquido (en el caso de colorantes en polvo) o menos concentrado (en aquellos casos en los cuales la materia prima es líquida) esto se logra introduciendo ambos componentes en un batidor de hélice. Una vez que se da inicio a la dispersión o disolución inicial del colorante, se procede a medir la cantidad de cada uno de los ingredientes para calcular la proporción de cada componente adicional que se debe agregar a la mezcla, con la finalidad de respetar las concentraciones parciales de cada uno, tal como se especifica en la receta de elaboración para obtener los niveles de calidad deseados.

La siguiente etapa del proceso, denominada etapa de mezclado se lleva a cabo en el nivel superior del establecimiento, mientras que la anterior se realiza en el piso inferior. Por lo tanto, es necesario trasladar en forma manual la mezcla a la planta superior donde se agregan las cantidades requeridas para respetar las proporciones anteriormente citadas. En este punto el colorante disperso es agitado y diluido con una parte de agua desionizada a una temperatura de 40°C durante un lapso de 5 minutos. Esto se logra mediante un proceso de mezclado por recirculación, luego de lo cual se procede a agregar el resto de los componentes mezclándolos durante 5 minutos adicionales. Transcurrido este tiempo se apaga la mezcladora y se procede a trasegar la mezcla a otro depósito para que se realice el

proceso de decantación, mismo que toma un tiempo de 2 horas. Concluido este tiempo, es agregado preservante líquido y se deja reposar durante 24 horas adicionales con el objetivo de que la tinta se estabilice y que toda partícula no homogeneizada en la solución se sedimente al fondo del recipiente. En esta etapa se obtienen batches de 150 Kg. de una mezcla llamada tinta sucia o gruesa.

Concluido el paso de estabilización se procede a realizar el filtrado, que consiste en filtrar 4 veces consecutivas la mezcla para eliminar cualquier resto sólido que se halle presente en la misma. Este procedimiento se realiza en dos partes. La primera, llevada a cabo en esta ubicación, consiste en realizar los 3 primeros filtrados pasando la tinta de un depósito a otro, mediante el uso de bombas de $\frac{1}{2}$ hp y mangueras de $\frac{1}{2}$ " , a las cuales se les ha adosado en la punta un filtro hecho de malla de acero inoxidable de 120 mesh. Cada vez que se hace este procedimiento transcurren aproximadamente 15 minutos. Es de hacer notar que en cada repetición el trabajador lava el tambor antes de realizar el siguiente filtrado debido a que por falta de espacio no se disponen de suficientes recipientes para dedicar uno a cada etapa. El último filtrado se realiza al hacer pasar el producto al área de envasado, obteniendo así las especificaciones necesarias en la tinta para que esta pueda ser utilizada por el consumidor. Es necesario acotar que el área de envasado está ubicada en la parte inferior del local, por lo cual se debe llevar a cabo un nuevo trasiego, esta vez de la tinta terminada, el cual es llevado a cabo por gravedad mediante una manguera ubicada en la estructura de la escalera.

El proceso de envasado inicia con el traslado de los envases hasta la zona adyacente al contenedor de la tinta terminada, según sea la presentación que se esté elaborando. Dichas presentaciones son: 0.25 l, 0.5 l, 1 l y 20 l.

En esta etapa el trabajador toma el envase, coloca la manguera que se encuentra ajustada a la boquilla del tanque dentro de dicho recipiente hasta que la misma toque el fondo, esto con la finalidad minimizar la formación de espuma durante el llenado, y procede a abrir la llave. Una vez se ha alcanzado el nivel deseado de tinta en el envase, se procede a cerrar el dispensador, se coloca la tapa

al envase mediante la aplicación de presión sobre el mismo. Es prudente mencionar que dicha operación por la carga ergonómica que representa genera en el personal lesiones a nivel de la articulación de la muñeca además de posibles pérdidas de producto originadas por el volteado de los envases llenos. Una vez lleno y sellado el recipiente se procede a embalar el mismo en cajas de cartón corrugado de acuerdo a la presentación.

Una vez concluido este proceso se obtiene el producto terminado listo para su comercialización, para lo cual es llevado hasta el área de almacén de producto terminado.

El proceso así como todas las operaciones realizadas durante la fabricación se pueden apreciar en los diagramas de bloque y de operaciones siguientes.

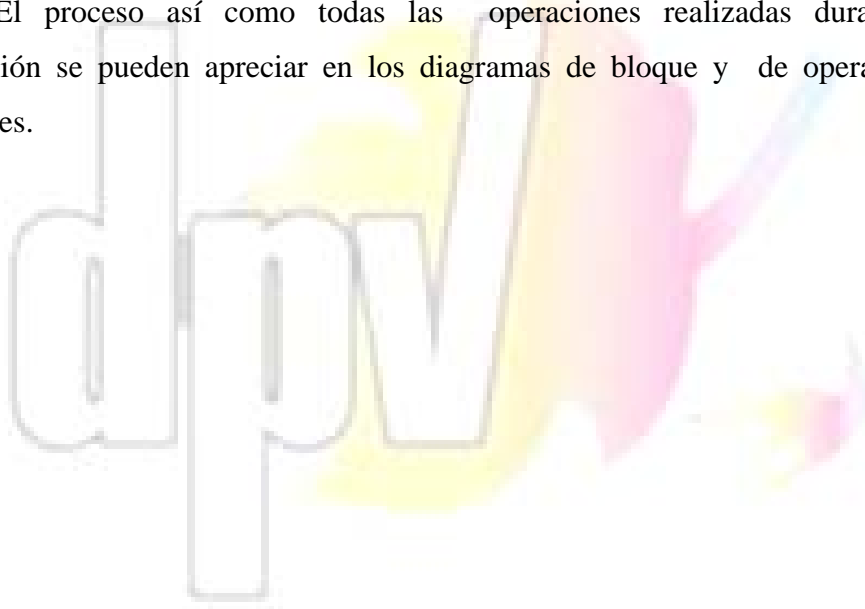


Figura 4.1. Diagrama de Bloque Actual

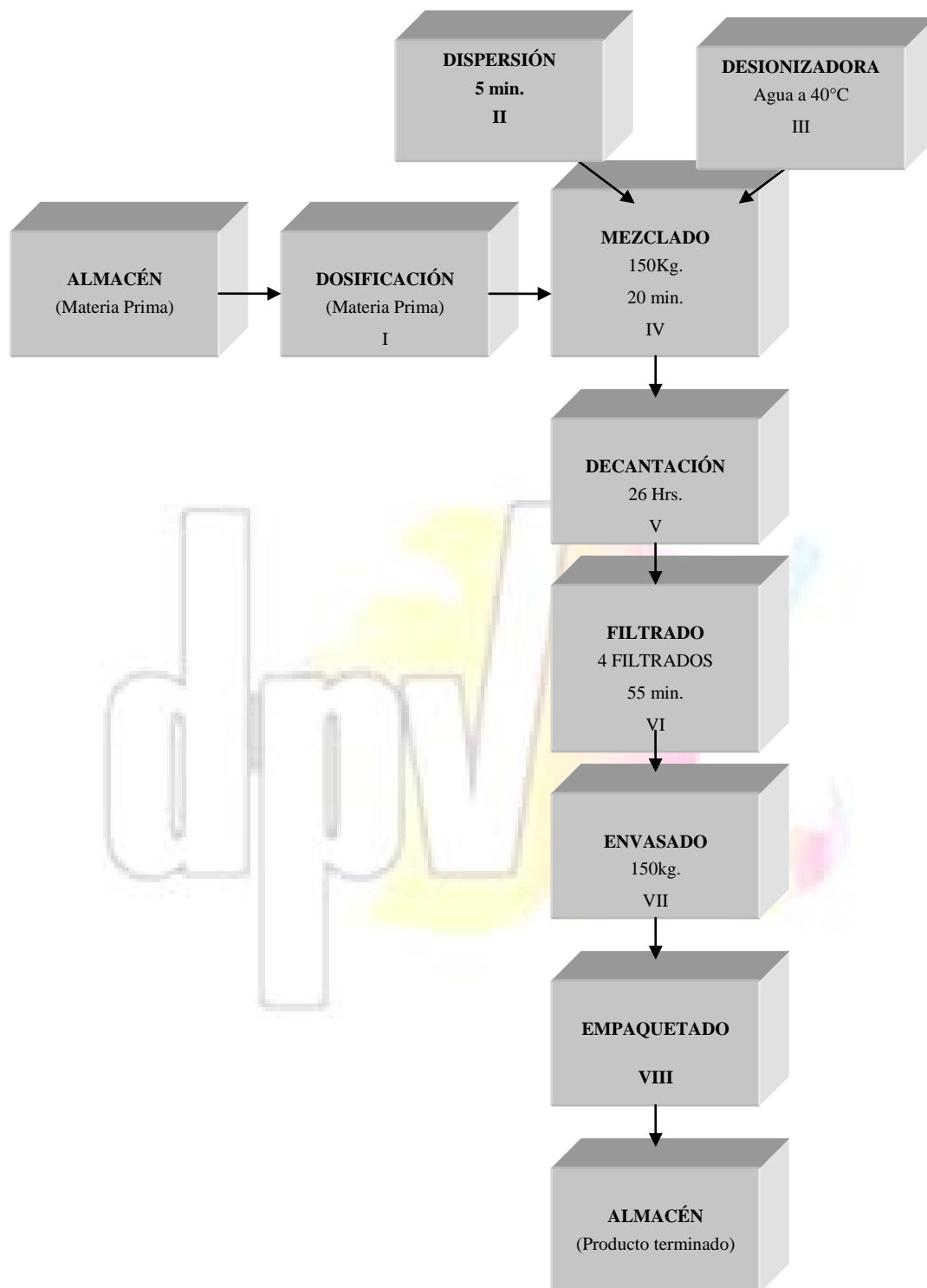
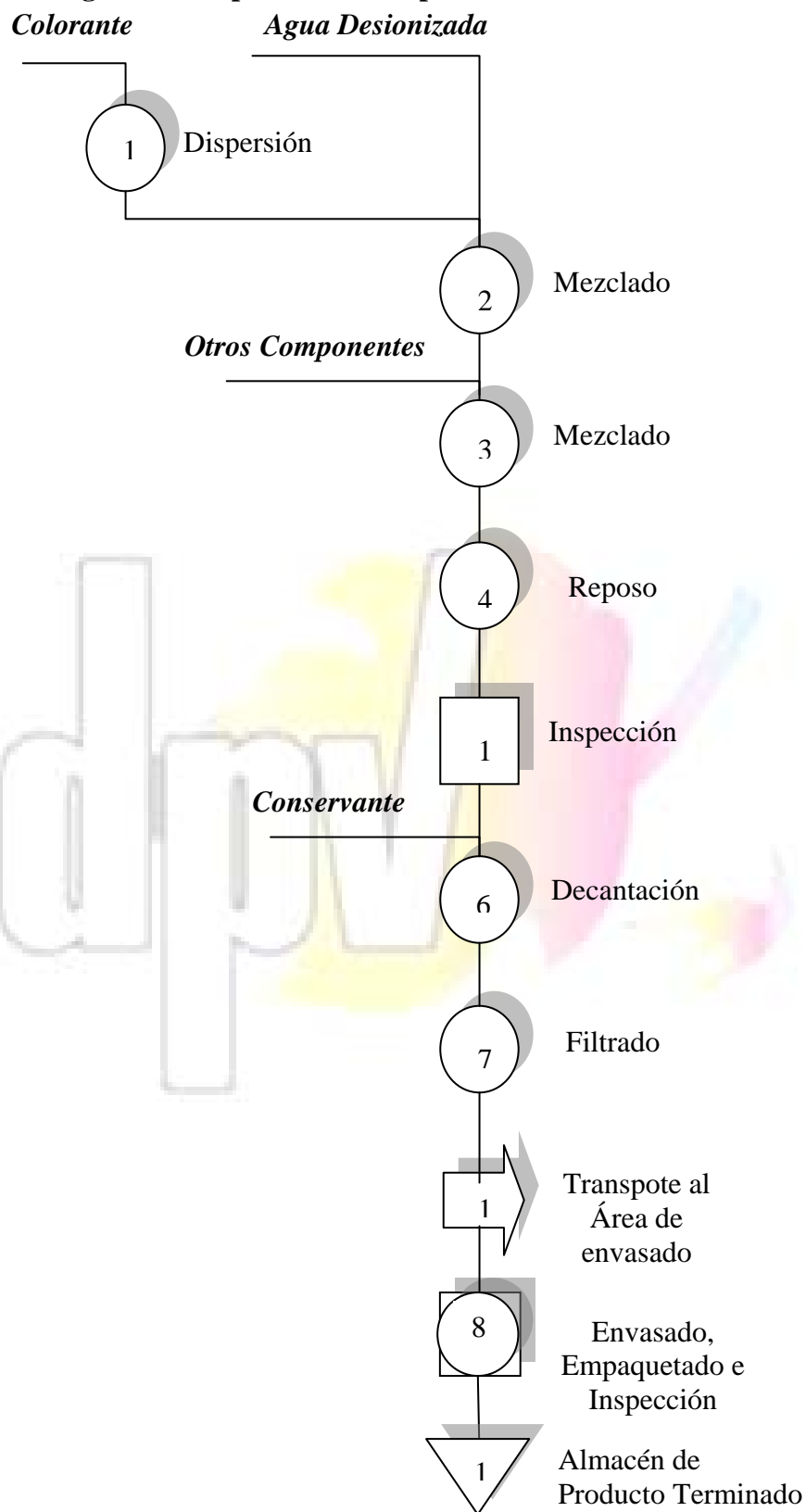
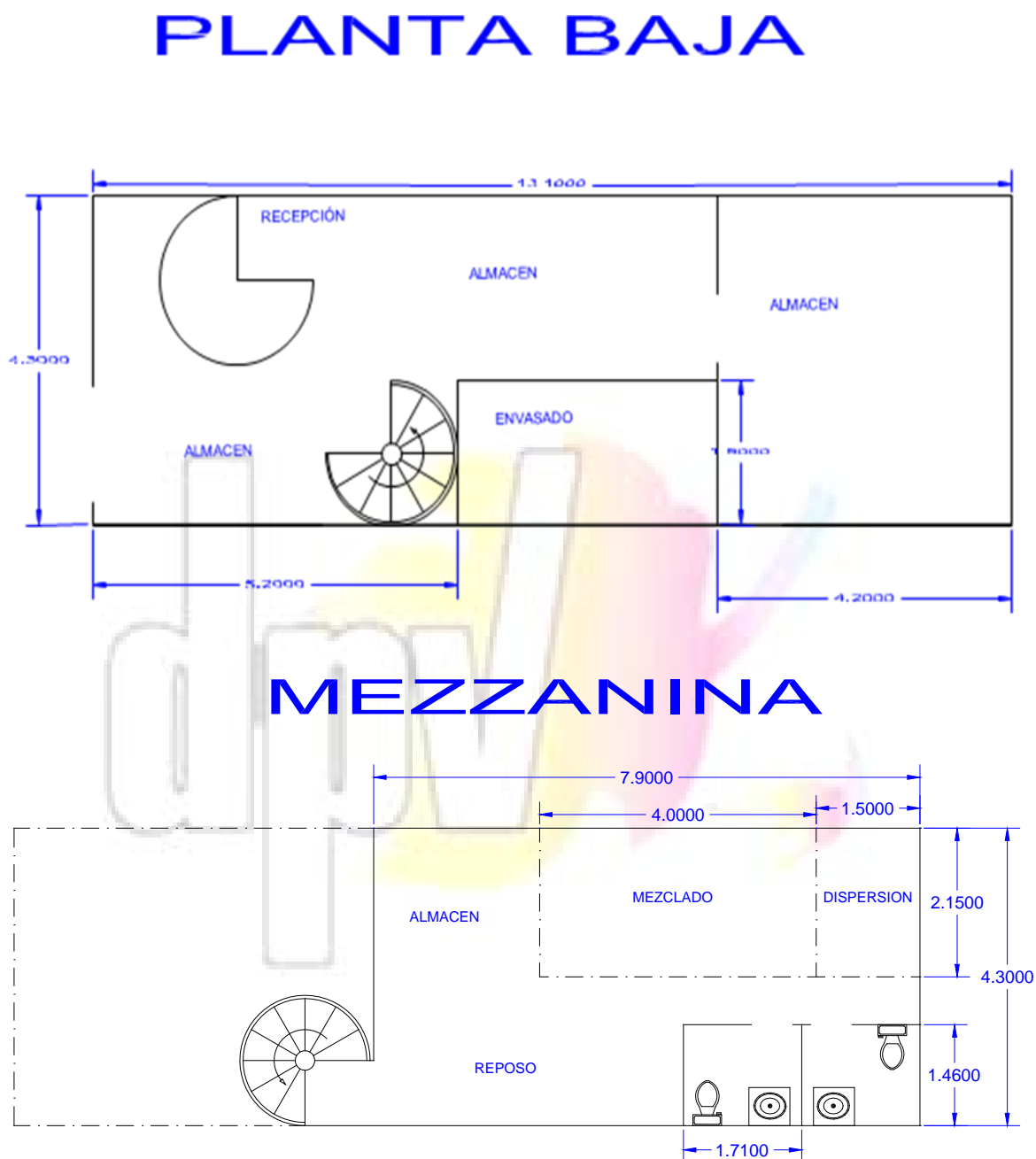


Figura 4.2. Diagrama de Operaciones del proceso



4.1.2 Distribución Actual de la Planta

Figura 4.3. Distribución Actual de la Planta



Como se puede apreciar en las figuras superiores, las operaciones se dividen entre los dos niveles de la estructura. Realizándose en la mezzanina aquellas correspondientes a la dispersión, mezclado y decantado de la tinta, para luego llevar a cabo las operaciones restantes en la planta baja. Así mismo se puede apreciar la escalera de caracol por donde además de circular el personal se trasiega la tinta desde la mezzanina hacia planta baja.

4.2 Descripción de Recursos Utilizados

NOMBRE	CANTIDAD	CARACTERISTICAS	DIMENSIONES
BOMBA	2	MARCA PEGA, PUMP. QB-60, Qmax= 35L/min, 110V/60Hz, Kw 0.37/Hp0.5, c16nf/VL300V, Hmax=35m, 3450min ⁻¹ , siglephase	50x25x25cm
BOMBA	4	MARCA PEDROLLO, PUMP. CPM610X, 10/70 L/min, Hmax=30m/Hmin=13m, V110/60Hz/3450min ⁻¹ , Kw 0.6/Hp0.85/8A, 820Wmax, c30nf/VL250V	50x25x25cm
CALENTADOR DE AGUA	1	MARCA FANAMETAL, Tmax=90°C	60x40x40cm
PESO	2	MARCA CAMRY, Cap. Max= 5Kg.	60x30x30cm
PESO	1	MARCA TYLOR, Cap. Max= 400lbs. Acero inoxidable	2.5x40x40cm
PALLET JACK	1	Cap. Max:= 1200Kg.	1.2x1.2x1.2mt
BATIDOR DE HELICE	1	motor de 1450/1740 RPM marca Hitachi	0.8x0.8.1.5mt

Tabla N°4.1 Equipos
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°4.2 Herramientas

NOMBRE	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
LLAVE AJUSTABLE	4	2"
LLAVE INGLESA	2	4"
LLAVE INGLESA	1	2"
ALICATE DE PRESION	3	
JUEGO DE DESTORNILLADORES	1	
JARRAS PLASTICAS	8	Cap= 4Lt.

Fuente: Elaboración propia.

Arriba se observan las tablas 4.1 y 4.2, ilustrativas de los equipos y herramientas, respectivamente, utilizados durante la manufactura de la tinta.

4.3 Producto del Sistema en Estudio

La empresa Dynamic Print Ven, S.A. desempeña sus operaciones obteniendo como producto terminado una tinta genérica filtrada, envasada en presentaciones de 0,25 l; 0,5 l; 1 l y 20 l, según las exigencias del cliente y finalmente empaquetada en cajas de cartón corrugado. Esta es utilizada específicamente en impresoras de inyección de las marcas Hp, Canon, Epson y Lexmar.

4.4 Análisis Crítico del Proceso Actual

Antes de dar inicio al análisis del proceso actual, se presenta a continuación una tabla resumen que compila todos los datos obtenidos en el estudio del proceso de manufactura de tintas.

Tabla N°4.3 Datos Obtenidos en el Estudio

Operación	Variable	Cuantificación
Desionizado	Temperatura	40°C
Mezclado	Tiempo	20 min.
Decantación	Tiempo	26 Horas
Filtrado	Tiempo	55 min.
Envasado	Masa	150 Kg.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, se presentan las etapas críticas del proceso así como las variables de medición y la cuantificación de las mismas. Para aquellas operaciones donde se decidió estudiar la variable tiempo, los mismos fueron obtenidos mediante el cronometrado a través del método continuo tomando en cuenta las formulas y consideraciones utilizadas por la ingeniería de métodos. Para el resto de las variables se realizaron mediciones directas usando para las mismas, instrumentos acordes a cada variable.

Así mismo es apreciable que aunque el proceso de Decantado es aquel que posee un tiempo de operación mayor, el mismo se realiza en forma pasiva, es decir que no requiere la presencia de personal alguno, adicionalmente parte de esta operación se realiza durante la noche, por lo cual se toma como critico el proceso de filtrado, el cual es el siguiente tiempo mayor dentro del proceso de manufactura global, lo que a su vez fue considerado para el cálculo del número de equipos requeridos para poder incrementar la capacidad de producción a 9380 L/mes y a su vez la cantidad de personal para la operación de los mismos.

Para el diseño de la nueva distribución se tomo como punto de partida la eliminación de las condiciones anteriormente citadas, o en el peor de los casos su reducción. Por lo cual el nuevo lay-out de la planta está sujeto a estas premisas.

CONCLUSIONES

La empresa DYNAMIC PRINT VEN, S.A., desea aumentar su capacidad de producción de tinta para impresoras de inyección y así poder cubrir parte de la demanda insatisfecha que existe actualmente en Venezuela. En estos momentos la elaboración de dicho producto se desempeña en un local comercial, por lo que no posee espacio suficiente para realizar cualquier ampliación. Además de la gran cantidad de riesgos ergonómicos y desperdicios existentes en el proceso. Es por esta razón que la organización decide hacer la adquisición de un galpón de mayor tamaño y fue solicitada la realización de esta investigación.

Mediante un método sencillo conocido como Systematic Layout Planning, el cual consiste en la aplicación paso a paso de diversas herramientas de Ingeniería Industrial se determinaron los requerimientos de espacio para las áreas de preparación, desionización, decantación y envasado, obteniendo como resultados 9 m², 2m², 4m² y 6m² respectivamente, así como también se determinaron los requerimientos de equipos y herramientas como se muestra en la tabla 5.5. Luego se logró generar una alternativa que se ajustó perfectamente a los intereses de la empresa, permitiendo construir la distribución de las áreas de operación de la planta con una inversión mínima requerida como se observa en la figura 5.5.

Una vez elegida la alternativa 1, se realizó una distribución detallada de los equipos y herramientas necesarias para las operaciones de preparación, decantación y envasado; dejando además las áreas necesarias para almacén de materia prima y producto terminado. Adicionalmente se determinó la mano de obra requerida mediante un balance de línea el cual arrojó como resultado que son necesarios 1 operario para cada área de preparación, 1 trabajador para cada área de envasado, 1 operador que se ocuparía del manejo de materiales y un supervisor, dando esto un

total de 10 empleados. Con este método también se determinó un tiempo de ciclo de 200 min/batch y 8 estaciones necesarias, con lo que quedan balanceadas las líneas.

Además se realizaron diversas mejoras en el proceso, como la fusión de las operaciones de dosificación, dispersión y mezclado, en el área nueva de preparación, el cambio del sistema de filtrado el cual fue incorporado al trasiego de la tinta del área de decantación a envasado. También se diseñó una piscina para la decantación, de mayor capacidad facilitando además la limpieza. Con todo esto se logró disminuir la cantidad de desperdicios y riesgos ergonómicos ya antes mencionados.

La implementación del diseño de la nueva planta unido a los sistemas de filtrado y decantación propuestos requieren una inversión inicial de 29.045,2 Bs.F. lo que proporcionaría un aumento anual en los ingresos de 600.960 Bs.F., logrando retornar la inversión en un periodo menor a un mes en proporciones de 135.64%. Con lo antes mencionado queda demostrada la factibilidad técnica y económica de este proyecto, logrando aumentar la capacidad de producción de la empresa en un 50%, con posibilidades de expansión a futuro si así se requiere.

DEDICATORIA

Dedicar este logro a ti sería injusto, esta tesis es tuya. Lo que soy, lo que he logrado, cada respiración, cada latido de mi corazón es por ti y para ti. No solo este proyecto, no solo esta carrera, sino mi vida entera te la dedico a ti Mamá. Eres el mejor ejemplo que persona alguna puede tener, tu esfuerzo, tu energía, tu dedicación, tu apoyo incondicional, tu reprimenda oportuna, tu responsabilidad, en fin toda tu eres y siempre serás mi razón de vida.

Hermano, eres mi mayor orgullo, como te dije una vez, llenas de magia a quienes te rodean, esta tesis te la dedico a ti también. Drinky, mi compañero incondicional en las noches de trabajo ante el computador, eres el primer cachorro a quien le dedican una tesis.

A mi papá, gracias por la paciencia, te dedico este trabajo con la mayor satisfacción posible, de ti aprendí el amor a la lectura, al estudio al conocimiento, tu me hiciste una persona crítica, alguien con criterio. Fuiste tu quien hace muchos años atrás, cuando aun era un niño me enseñaste que un Ingeniero es alguien con ingenio.

A toda mi familia, mis hermanos, mis tías y tíos, los que están y los que me vieron desde arriba, este triunfo es de todos ustedes también.

A ti que formaste parte fundamental de mi vida, que compartiste conmigo parte de esta carrera, no sería justo no decir que esto también es para ti.

Este es un logro que alcanza para todos ustedes, yo simplemente fui su instrumento, los quiero muchísimo.

Carlos J. Guillén

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se señalan a continuación tienen el propósito de orientar a la empresa Dynamic Print Ven, S.A. al momento de querer implementar este proyecto o mejoras en cualquier área de la planta.

- Implementar la distribución de planta propuesta con el fin de aumentar la capacidad de producción de la empresa.
- Implementar las mejoras propuestas en las diferentes áreas como las celdas de preparación, el sistema de filtrado ligado al trasiego de la tinta y las piscinas diseñadas para el área de decantación.
- Contratar un operario para cada área de preparación, un operador para cada área de envasado, un trabajador para el manejo de materiales y un supervisor para así cumplir con las metas de producción trazadas.
- Cambiar el sistema de traslado por tuberías plásticas para evitar el desperdicio de tinta debido al uso de mangueras.
- Realizar estudios de ergonomía para determinar si los puestos de trabajo para cada área son apropiados para los operadores asignados, y a si mismo determinar que regiones del cuerpo se comprometen mas en cada operación con el objetivo de diseñar sistemas de rotación.
- Planificar el entrenamiento de todos los trabajadores en cuanto a la estrategia 5S.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA
MANUFACTURERA DE TINTAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE
HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
(Caso: Dynamic Print Ven, S.A.)**

Tutor Académico:

Ing. María Carolina García

Autores:

Guillén Carlos, Jaimes Johsmery

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal incrementar la capacidad de producción de la planta manufacturera de tintas, Dynamic Print Ven, S.A. en un 50% mediante la aplicación de herramientas de Ing. de Métodos, para la cual se realizó el diseño de la distribución de la nueva planta y también ciertas mejoras en el proceso, como la fusión de las áreas de dosificación, dispersión, y mezclado, siendo llamadas ahora área de preparación. La incorporación del sistema de filtrado a la tubería de trasiego hacia decantación, para así disminuir los desperdicios y riesgos ergonómicos existentes en el proceso. Esto fue posible a través de un método sencillo conocido como Systematic Layout Planning o SLP, el cual consiste en la aplicación paso a paso de diversas herramientas de Ingeniería Industrial. Como el análisis de los flujos de materiales, las relaciones entre las diferentes áreas de producción, los requerimientos de espacio para cada una y sus restricciones. Esta metodología logró generar una alternativa que se ajusta perfectamente a los intereses de la empresa, permitiendo construir la distribución de las áreas de operación de la planta con una inversión mínima requerida. Una vez elegida la mejor alternativa se hizo una distribución precisa de los equipos y herramientas necesarios para las operaciones de producción, así como las áreas de almacén y servicios requeridas. Luego se procedió con el cálculo y la repartición de las cargas de trabajo. Finalmente se hizo el análisis económico, demostrando la factibilidad técnica y económica de este proyecto logrando aumentar la capacidad de producción de la empresa, con posibilidades de expansión a futuro si así se requiere.

Palabras Claves: Aumento de Capacidad, Desperdicio, Riesgos Ergonómicos, Distribución de Planta, Balance de Líneas.