

PROPUESTA DE REINGENIERÍA DE PROCESOS PARA LA EMPRESA BALONES
MILAGO

GARZON LOPEZ KATHERIN JOHANA
MARTINEZ OSPINA BRAYAN YAMIT

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C

2018

PROPUESTA DE REINGENIERÍA DE PROCESOS PARA LA EMPRESA BALONES
MILAGO

GARZON LOPEZ KATHERIN JOHANA
MARTINEZ OSPINA BRAYAN YAMIT

Asesor del Trabajo
HAROLD WILSON HERNANDEZ CRUZ

Trabajo de grado para optar al título de profesional en
Ingeniería Industrial

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C

2018

Agradecimientos

“La educación es el arma más poderosa que puedas usar para cambiar el mundo”

-Nelson Mandela.

La educación juega un papel muy importante en la vida de cada persona, por esta razón es fundamental, agradecer a aquellos que brindaron su apoyo a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Primero es indispensable dar gracias a Dios, ya que es él quien día a día nos da un aliento más de vida y nos permite continuar con todos nuestros planes.

Queremos en estos agradecimientos destacar el papel fundamental que ha tomado nuestro tutor de proyecto de grado, Ing. Harold Hernández, al cual ofrecemos nuestros más sinceros agradecimientos por brindarnos el apoyo y el tiempo necesario, que se requirió para llevar a término este proyecto de grado.

También queremos dar gracias a nuestras familias por el apoyo incondicional que siempre nos han brindado, ya que han visto día a día el esfuerzo y la entereza que se ha expuesto a lo largo de este proceso educativo.

NOTA DE ACEPTACION

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Resumen

La propuesta que a continuación se mostrara pretende brindar a la compañía Balones Milago, una adaptación ágil, sencilla y completa a las situaciones cambiantes de la economía, la competencia y la legislación Colombiana, para ello se enmarcaran 3 conceptos esenciales: Un plan de mantenimiento, una redistribución en planta y la creación de un PMP.

Plan de mantenimiento: Busca, mediante evaluaciones periódicas de los activos de la compañía, llegar a identificar posibles focos de fallas, por esto dentro de la propuesta descrita en este trabajo, se profundiza en la adecuación de una revisión preventiva, permitiendo así a la compañía Balones Milago llegar a prever posibles situaciones que han de parar la producción.

Distribución en planta: es un foco de gran importancia dentro de la reingeniería que permitirá, reorganizar de manera objetiva el flujo del proceso, permitiendo la optimización del espacio, un flujo adecuado de materiales, la creación de espacios exclusivos para el almacenamiento de la materia prima, de esta manera creando mejores espacios de circulación.

PMP: El objetivo del plan maestro de producción es la de hallar la correcta ejecución del proceso productivo de la compañía, este pretende disminuir los desperdicios dando un uso efectivo y adecuado a los materiales e insumos, tema que hasta el momento se evidencia como crítico dentro de la empresa Balones Milago.

Palabras clave

Mantenimiento; Distribución en Planta; Economía; Innovación

Abstract

The proposal that is shown below is intended to provide the company Balones Milago, an agile, simple and complete adaptation to the changing situations of the economy, competition and Colombian legislation, for which three essential concepts will be framed: A maintenance plan, a redistribution in plant and the creation of a PMP.

Maintenance plan: It seeks, through periodic evaluations of the assets of the company, to identify possible sources of failure, therefore within the proposal described in this work, it deepens in the adequacy of a preventive review, thus allowing the company Milago balls get to foresee possible situations that have to stop production.

Distribution in plant: it is a focus of great importance within the reengineering that will allow, to reorganize in an objective way the flow of the process, allowing the optimization of the space, an adequate flow of materials, the creation of exclusive spaces for the storage of the raw material, in this way creating better circulation spaces.

PMP: The objective of the production master plan is to find the correct execution of the company's production process, which aims to reduce waste by making an effective and adequate use of the materials and supplies, a subject that up to now is evidenced as critical within of the company Balones Milago.

Keywords

Maintenance; Plant Distribution; Economy; Innovation

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	9
2. Problema de investigación.....	11
2.1. Planteamiento del problema.....	11
2.2. Pregunta de investigación.....	11
2.3. Objetivo general.....	12
2.4. Objetivos específicos.....	12
2.5. Justificación.....	12
2.6. Georreferenciación.....	13
2.7. Hipótesis.....	14
2.7.1. Alcances.....	14
3. Marco de referencia.....	16
3.1. Estado del arte.....	16
3.2. Marco teórico.....	17
3.2.1. Distribución en planta.....	17
3.2.2. Mantenimiento.....	19
3.2.3. PMP (Plan Maestro de Producción).....	22
3.3. Marco Conceptual.....	23
3.4. Estudio legal.....	23
3.4.1. GTC 62.....	24
3.4.2. Resolución 2400.....	24
3.5. Consideraciones marco legal.....	26
4. Metodología de la investigación.....	27
4.1. Limitaciones de la investigación.....	29
5. Desarrollo de la investigación.....	30
5.1. Distribución en planta.....	30
5.1.1. Análisis inicial.....	30
5.1.2. Análisis SLP.....	33
5.1.3. Requerimientos de espacio.....	36
5.1.4. Propuesta.....	39

5.2.	Plan de mantenimiento	43
5.2.1.	Análisis inicial.	43
5.2.2.	Inventario equipos.....	44
5.2.3.	Localización equipos.	45
5.2.4.	Codificación.....	47
5.2.5.	Tarjeta técnica.	48
5.2.6.	Formato hoja de vida.	49
5.2.7.	Relación actividades.	50
5.2.8.	Formato instructivo.....	54
5.2.9.	Propuesta plan de mantenimiento.	55
5.3.	Plan maestro de producción	58
5.3.1.	Análisis inicial.	58
5.3.2.	Pronostico de ventas.	59
5.3.3.	BOM.	60
5.3.4.	MRP.	60
5.3.5.	Propuesta PMP.....	61
5.4.	Presupuesto.....	62
5.4.1.	Costos y gastos.....	62
5.4.2.	Costos Totales.....	65
5.4.3.	Amortización Costo vs Ahorro.	65
6.	Conclusiones.....	67
7.	Recomendaciones	69
8.	Referencias	70

1. Introducción

La empresa Balones Milago es una compañía con una trayectoria de más de 20 años, dedicada a la fabricación de balones deportivos, desde la elaboración de los neumáticos que conciben el producto, hasta el empaque final para su distribución; Su principal objetivo es competir con calidad y bajos costos.

La creación de todos sus procesos se ha dado de forma empírica y sin una planeación a futuro, implementando y organizando sus procesos y equipos a la medida en la que su demanda de producción iba incrementando, sin instaurar adecuadamente toda su actividad.

La empresa balones Milago actualmente no cuenta con una distribución de sus equipos, posee un sobre inventario de productos y la falta de un plan de mantenimiento preventivo; Es fundamental atacar estas 3 problemáticas, ya que cada una afecta a la empresa de forma significativa: la falta de una adecuada distribución de equipos, la carencia de un plan de mantenimiento preventivo significa fallas repentinas en la maquinaria que conlleva a parar la producción, lo que puede llegar a genera pérdidas económicas a la empresa, y por último la carencia de organización y planeación de la producción, conlleva a un sobre inventario y costos de sobreproducción.

La distribución en planta que posee actualmente la compañía Balones Milago fomenta un proceso orientado a la producción generada por lotes, sin tener en cuenta factores como la utilización adecuada del espacio o el flujo de materiales, esto equivale a un aumento de tiempo en el ciclo de fabricación de un producto, por lo cual una correcta redistribución en planta permitiría el apropiado movimiento de material en un proceso de flujo continuo ya que la propuesta de redistribución en planta apunta a la mejora de la productividad y busca la optimización del espacio desarrollando un análisis SLP y especificando los requerimientos de espacio de la maquinaria, la materia prima y el producto terminado.

Al proyectar un plan de mantenimiento para la compañía Balones Milago se orientara la producción a su eficacia y eficiencia, esto se lograra con la implementación y análisis de fases donde se evaluaran factores como paradas no programadas o interrupciones de servicios públicos, definiendo así un marco en el cual se pueda brindar a la empresa la estructura ideal de

mantenimiento, focalizando las 3 modalidades (preventivo, predictivo y correctivo), estableciendo la combinación óptima para su implementación.

Para atacar la problemática del sobre inventario y sobre producción se requiere de un PMP, también teniendo en cuenta que las dos anteriores fases permiten llevar el proceso a una mejora que debe ser controlada mediante el desarrollo de un plan maestro de producción que busque objetivamente la utilización de recursos, definiendo no solo un horizonte de planeación, también brindando una visión clara, precisa y estructurada del proceso de la compañía, esto con el fin de evitar situaciones que alteren la producción, así mismo con la implementación del PMP se pretende minimizar los niveles de inventario que a su vez generan sobrecostos en la producción.

Una reingeniería de procesos, disminuiría de una manera considerable los problemas que actualmente se presentan. Esta reingeniería específicamente contempla la creación de un plan de mantenimiento, un plan maestro de producción y una redistribución en planta.

El desarrollo de este trabajo será, de forma general, el siguiente:

- 1) Atención de requerimientos de espacio, circulación y transporte de materiales, mediante una redistribución en planta.
- 2) El análisis, desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento.
- 3) Mejoramiento del proceso productivo mediante relaciones causa-efecto, desarrollando y aplicando un plan maestro de producción.

De acuerdo a Richard Muther el SLP nos ayudara con la resolución de los problemas con los que cuenta la empresa en cuestión de distribución ya que es un procedimiento sistemático multicriterios y se puede aplicar no solo a empresas nuevas sino también a empresas ya existentes;

2. Problema de investigación

2.1. Planteamiento del problema

La empresa Balones Milago ha buscado la disminución de costos con el fin de ser competitivos dentro del mercado; en el desarrollo de la misma optaron por realizar una integración vertical de su proceso productivo, obteniendo hasta ahora una disminución en los costos.

La falta de planeación de la compañía, llevo a esta a incurrir en desperdicios y sobreproducción, ocasionando grandes volúmenes de inventarios, lo anterior causado en la búsqueda de obtener la independencia en el proceso y de un adecuado tipo de fabricación (por demanda, por lotes, por pedidos).

La sobreproducción dentro de la compañía Balones Milago, se evidencia con el gran número de inventario que poseen actualmente (Más de 4000 unidades), las cuales no están ejerciendo algún tipo de rotación dentro de la línea de producción; Esta falta de movimiento del producto se debe a la producción fija que actualmente posee la empresa, la cual no evalúa aspectos de pronósticos de ventas ni de capacidad de almacenamiento.

Al no poseer una adecuada planeación, también descuidaron aspectos como el mantenimiento de los activos y sus componentes, la adecuada utilización del espacio y la optimización del transporte y almacenamiento de materias primas y materiales.

2.2. Pregunta de investigación

¿La aplicación de herramientas ingenieriles tales como la distribución en planta, el MPS y el plan de mantenimiento, mejorarían el proceso productivo de la empresa Balones Milago?

2.3. Objetivo general

Diseñar una propuesta de reingeniería para la empresa Balones Milago basada en la aplicación de herramientas propias de la ingeniería industrial, que permitan generar un rediseño de planta, un plan de mantenimiento y un Plan Maestro de Producción acordes a las necesidades de crecimiento y sostenibilidad de la compañía.

2.4. Objetivos específicos

- Plantear una redistribución en planta de la compañía.
- Establecer un plan de mantenimiento de la maquinaria de la compañía.
- Crear el plan maestro de producción, mediante la generación y análisis del MRP y BOM del proceso.
- Definir costos y ahorro de la aplicación de la propuesta.

2.5. Justificación

La empresa Balones Milago, es una organización dedicada a la fabricación y comercialización de elementos deportivos tales como balones de baloncesto, futbol, voleibol entre otros. La creación de estos productos se ejecuta mediante máquinas de cocido, repujado, troquelado entre otras.

La realización de esta propuesta se lleva a cabo al ver la necesidad de la implementación de herramientas ingenieriles en la empresa, que contribuyan a la organización de todo el proceso productivo, aportando una mejora que optimice los recursos de esta.

En el presente trabajo se llevara a cabo la propuesta de tres metodologías que llevan a la resolución de los principales problemas con los que actualmente cuenta la empresa, un distribución en planta en la cual se utilizara el SLP como herramienta, un plan de mantenimiento preventivo en el que se propondrán las actividades de mantenimiento, el programa de mantenimiento preventivo de equipos y el control del mismo, por último un plan maestro de

producción en donde se realizara la lista de materiales, la Planificación de Requerimientos de Materiales y en conclusión la propuesta del Plan Maestro de Producción.

Las metodologías anteriormente mencionadas se realizaran con el fin de resolver las 3 principales problemáticas en las que se enfocara el proyecto y que actualmente existen en el empresa: el sobre inventario existente dado a la sobreproducción, la falta de un plan de mantenimiento que prevenga las posibles fallas y la deficiencia en la distribución adecuada de los equipos de producción.

2.6. Georreferenciación

La fábrica de balones Milago se encuentra ubicada en el barrio San Benito, con exactitud en la Calle 58 sur 19 b 56-58, este barrio se encuentra ubicado al sur de la ciudad de Bogotá, en la localidad Tunjuelito, la manzana catastral de la construcción de la empresa es la 00250904, el lote catastral es el 0025090416, sobre ambos costados de la avenida Boyacá; podemos encontrar como barrios contiguos a este:

- Al norte ciudad tunal.
- Al oriente el barrio San Carlos.
- Al Occidente el barrio Meissen y Acacias
- Y por último al sur el barrio Tunjuelito y Escuela de Artillería.

A este barrio se puede tener acceso por medio de 2 avenidas principales:

- La Avenida Ciudad de Villavicencio
- La Avenida Boyacá

Geográficamente es de carácter plano, lo atraviesa el rio Tunjuelito y la quebrada Chiguaza, es un barrio totalmente urbano, comprendido por una parte residencial estrato 2 y un parte industrial.

El barrio San Benito es reconocido por tener una actividad comercial dedicada a las curtiembres y al mercado de productos agrícolas.



Figura 1. Mapa Zona Geográfica.

(Recuperado de: <https://www.google.com.co/maps>)

Para ampliar la información remitirse al Anexo 1 Informe Localización Predio.pdf

2.7. Hipótesis

Una reingeniería de procesos, disminuiría de una manera considerable los problemas que actualmente se presentan. Esta reingeniería específicamente contempla la creación de un plan de mantenimiento, un plan maestro de producción y una redistribución en planta.

2.7.1. Alcances.

Se realizará un estudio y análisis de la empresa Balones Milago con el fin de la realización de una propuesta, orientada a:

- a) Un modelo de redistribución de planta que busque un mejor flujo de materiales y procesos, así:
 - Análisis Inicial.

- Análisis SLP (Sistematic Layout Planning o Planeación Sistemática de la Distribución en Planta).
 - Requerimientos de espacio.
 - Propuesta Distribución en planta
- b) Un plan óptimo de mantenimiento que contribuya a la mejora de la producción y calidad de los productos y los procesos de fabricación, enfocado en:
- Análisis inicial.
 - Inventario de equipos.
 - Localización equipos
 - Codificación
 - Tarjeta técnica
 - Formato Hoja de vida
 - Relación Actividades
 - Formato instructivo
 - Propuesta de plan de mantenimiento
- c) Un plan maestro de producción (MPS) con el cual se obtenga una adecuada planeación de la producción:
- Análisis inicial
 - Pronostico de ventas
 - BOM (Bill of Materials o lista de materiales)
 - MRP (Material Requirements Planning o Planificación de Requerimientos de Materiales)
 - Propuesta PMP (Plan Maestro de Producción)

3. Marco de referencia

3.1. Estado del arte

El estudio del mantenimiento ha estado involucrado en metodologías vanguardistas que buscan optimizar de manera tecnológica el correcto funcionamiento de los activos de la compañía; El PMP comprende un conjunto de mecanismos que pretenden atacar desde diferentes ámbitos los principales problemas de las compañías manufactureras, esto comprendido con análisis no solo de procesos también de activos de la compañía.

De acuerdo a Spector (2006, p. 42) “El pensamiento esbelto y seis sigma son dos de las técnicas más efectivas de mejoramiento disponibles hoy día, sin embargo, muchas empresas siguen luchando para aprovechar una o dos disciplinas para lograr los resultados deseados”.

Las implementaciones de estas metodologías están muy divididas a nivel sectorial, debido a la diversidad de mecanismos de análisis que ofrecen cada una; La principal idea de este proyecto busca agrupar de manera integral 3 aspectos de vital importancia en cualquier compañía, como lo son el mantenimiento, las materias primas y los inventarios, estos a su vez visualizados de diferentes maneras por procesos productivos y analíticos, donde se desarrollan desde indicadores hasta acciones de mejora.

El PMP y los análisis de distribución en planta son muy utilizados en grandes multinacionales las cuales obtienen resultados que sobrepasan los estándares actuales, estos mecanismos de ayuda no son muy bien aplicados en empresas pequeñas o PYMES (Como se conocen en Colombia), esto implica identificar esos factores que focalizan los principales problemas de la compañía, así lograr de manera integral la aplicación de estas estrategias.

De acuerdo a Jiménez, Amaya. (2014) Por esta razón, expertos en el tema han propuesto algunos enfoques metodológicos, pero alguno de estos presentan falencias, como suponer la disponibilidad de datos e información confiable; no considerar la importancia de los métodos de interacción con el cliente, los cuales permitan una retroalimentación constante; no toman en cuenta el liderazgo y el cambio cultural como un factor clave; no proponen estrategias específicas para superar las limitaciones financieras y estructurales de las PYMES; no se contempla la creación de redes con entidades públicas, organismos multilaterales, gremios,

centros de investigación o instituciones académicas con el fin de superar los desafíos financieros, técnicos y tecnológicos.

De acuerdo a Anel y Olaya de la universidad tecnológica de Pereira (2014), el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo, permite prever a la compañía aspectos de fallas en la maquinaria que poseen, aspectos que se han de detallar dentro de un plan de mantenimiento que comprenda una serie de actividades a desarrollar por parte del operario, con el fin de extender la vida útil del activo, y evitar así paradas inesperadas dentro de la línea de producción.

3.2. Marco teórico

3.2.1. Distribución en planta.

La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución el área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos. De la Fuente García, D., & Quesada, I. F. (2005) P. 2. La distribución en planta es considerada uno de los pilares de mayor envergadura dentro de un análisis de producción y tiempos, ya que esta permitirá obtener una visión clara y detallada de la manera adecuada y legal de como efectuar la acomodación no solo de las diferentes maquinas sino también de los operarios.

A lo largo de la competitividad que se vive en la actualidad, día a día es de gran importancia contar con aspectos que no solo mejoren la productividad, también que optimicen recursos, dentro de este último algo tan importante como el tiempo, aspecto sobre el cual se trabaja en gran parte en una distribución en planta, desarrollando como uno de sus objetivos la disminución de los tiempos respecto a los transporte de materiales producto terminado; La distribución en planta no solo se centra en la localización física de la maquinaria, también enfoca como objetivo la satisfacción y seguridad de los trabajadores, ya que estos permiten minimizar de manera considerable los posibles riesgos a los cuales los empleados pueden estar expuestos.

En definitiva resulta que el diseño de una distribución en planta es un problema muy complejo, que exige la intervención de especialistas en disciplinas diversas. No basta un conocimiento de los métodos y las técnicas específicas de la distribución, sino que se necesita información sobre el proceso y sobre los equipos para llevarlo a cabo y además se ha de atender

a diversas exigencias ambientales e incluso estéticas. Vallhonrat, J. M., Bou, J. M. V., Subias, A. C., & Corominas, A. (1991) P. 49

3.2.1.1. SLP (*Systematic Layout Planning*).

La metodología SLP fue desarrollada por Richard Muther alrededor de los años 60 como un mecanismo mediante el cual se involucran diferentes aspectos de multicriterio los cuales al valorar uno a uno permiten obtener un resultado metodológico que evalúa aspectos cualitativos y cuantitativos; Dentro de la metodología SLP se ha de tener en cuenta un grupo de criterios que van desde los aspectos productivos hasta las diferentes iteraciones de información entre el proceso.

El método propuesto por Muther, conocido como Systematic Layout Problem (SLP), se compone por tres etapas (análisis, búsqueda y solución). En la primera etapa, previa formulación del problema, se realiza el estudio de los flujos productivos determinantes para la distribución (flujo de materiales, información, operadores, etc.) y se desarrolla una matriz de relaciones en la que se asigna por pares de instalaciones una etiqueta de acuerdo con la razón de cercanía que refleja la mayor o menor necesidad de situar próximas las secciones de dicho par. Las relaciones de cercanía se representan en el diagrama con los valores de A, E, I, O, U, X, que para cada par de instalaciones significan absolutamente necesario, especialmente importante, importante, indiferente, no importante e indeseable, respectivamente. Seguidamente se realiza una primera aproximación de la distribución satisfaciendo en la medida de lo posible los requerimientos definidos en la matriz de relación. En la segunda etapa, se elabora el diagrama de relaciones espaciales detallando la geometría de cada área e incluyendo los pasillos y requerimientos técnicos. Por último, en la etapa de solución se evalúan cada una de las posibles soluciones encontradas en la etapa anterior, según algún criterio optimizador, y se define la solución final. Mejia, H., Wilches, M. J., Galofre, M., & Montenegro, Y. (2011) P. 3

3.2.2. Mantenimiento.

A lo largo del crecimiento industrial, se ha evidenciado un avance tecnológico y técnico respecto a diferentes sectores de la economía, obteniendo así un enfoque dinámico respecto al uso que se le generan a los diferentes activos de la compañía y así lograr una mayor duración a lo largo de su vida útil; Si bien un cuidado y uso óptimo harán la diferencia, también lo hará un mantenimiento correcto, identificando así diferentes mecanismos.

Los procesos productivos enmarcados dentro de unas metodologías apropiadas buscaran a lo largo de su implementación, lograr de manera óptima una disponibilidad y calidad acorde a las necesidades de los clientes, es así como en la determinación del PMP de una compañía se podrá determinar su capacidad de competitividad en el sector, si bien afirma J. P. Souris [1992], el instrumento de producción debe responder a un objetivo fundamental: disponibilidad con una calidad de servicio óptimo. Las modernas técnicas de verificación del estado de los equipos e instalaciones contribuyen de manera notable al logro de este objetivo, permitiendo, además, mediante la adecuada selección de filosofías y métodos de mantenimiento, una disminución de los costes productivos. Gomez de Leon, (1998) P. 21

El mantenimiento comprende factores fijos y dinámicos que agrupan las diferentes estrategias del mercado, estas se apropian de acuerdo al segmento del objeto económico de la compañía, ya sean productos o servicios; Así todo requiere de mantenimiento, alargando su ciclo de vida.

3.2.2.1. *Mantenimiento Correctivo.*

El mantenimiento correctivo es aquel el cual genera una acción al momento que aparece una falla, este tipo de mantenimiento es muy usado en gran parte de la industria, simplemente por el hecho de no generar un costo adicional al análisis y preparación del mantenimiento; El mantenimiento correctivo es usual debido a que los materiales o partes requeridos en el mismo no brindan o generan mayor valor al activo y a la producción, por lo cual es mucho más económico en comparación con otros métodos. Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

3.2.2.2. *Mantenimiento Preventivo.*

El mantenimiento preventivo, agrupa aspectos completamente diferentes al correctivo, ya que esta metodología del mantenimiento, pretende adelantarse a la aparición de las fallas, esto de tal manera que se generen de manera periódica y sistemática, revisiones y cambios que permiten la operación del activo de manera correcta, a fin de no ver afectada la producción de manera repentina.

En el mantenimiento preventivo, se establecen análisis técnicos de cada activo y los factores que lo pueden alterar, dentro de estos factores tenemos:

- Duración
- Unidades producidas
- Temperatura
- Desgaste
- Corrosión

El análisis de este tipo de factores permite obtener una visión clara de aquel que puede llegar a ocasionar una falla, definir esto pretende mantener de manera organizada y clara una secuencia de cambios y/o reparaciones enmarcadas dentro de un cronograma.

Muchas industrias manejan un gran presupuesto al invertir en mantenimiento preventivo, ya que, si bien genera un elevado costo, el mismo es evaluado con el beneficio que ha de obtenerse al momento de prevenir alguna parada dentro del ciclo productivo.

El mantenimiento preventivo, es considerado una de las principales estrategias dentro de metodologías como el Lean Manufacturing y el manejo de inventarios.

3.2.2.3. *Mantenimiento Predictivo.*

El mantenimiento predictivo surge como respuesta a la necesidad de reducir los costos de los métodos tradicionales de mantenimiento, preventivo y correctivo, y parte del conocimiento del estado de los equipos. Se apoya en dos pilares fundamentales. Cesáreo (1998), que corresponden al análisis de las variables que efectivamente se involucran de manera directa en el funcionamiento del activo; Parte de este análisis confiere una investigación de enfoque mixto (Cualitativa y Cuantitativa), esto teniendo en cuenta que mucha de la información de los activos

proviene de los fabricantes, data que ha de estudiarse de acuerdo a las condiciones establecidas en su compra.

Si bien el estudio se puede basar en el fabricante, muchas industrias también orientan el mantenimiento predictivo hacia la experiencia de los operarios, esto permite que bajo una mirada experimentada se establezcan los mecanismos acordes a la necesidad de mantenimiento del activo; Esto permitirá actuar de manera eficaz y oportuna.

La implementación del mantenimiento predictivo, orienta a la compañía a detectar posibles cambios de piezas claves que nunca se pensaron requerían un cambio, y que con el pasar del tiempo se convierten en eje del funcionamiento de la maquina; es así como también se puede analizar de manera inmediata el estado actual del activo.

3.2.2.4. *Fallas.*

La falla se considera la acción dentro de un activo que genera un mal funcionamiento, ocasionando paradas inesperadas y disminución en la producción, ocasionando pérdidas de carácter económico y en ocasiones hasta pérdidas humanas.

- **Fallas Tempranas:** Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje. Molina. (2006)
- **Fallas Adultas:** Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.). Molina. (2006)
- **Fallas Tardías:** Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento de la aislación de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc. Molina. (2006)

3.2.3. PMP (Plan Maestro de Producción).

El PMP es considerado una arista de la Planeación Agregada, la cual es la unión entre las decisiones sobre instalaciones y programación, se establecen niveles de producción generales a mediano plazo, políticas de jornadas laborales (contrataciones, despidos, subcontrataciones), nivel de inventarios, considerando la demanda, los flujos de insumos, precios y costos, como las variables más importantes para su aplicación. Buxey (2005) señala que en Estados Unidos no hay evidencia que la industria la haya adoptado ampliamente después de más de 50 años de desarrollo y, si se aplica, se hace con modificaciones. Gunasekaran y Marri (2004) estudiaron la PA en países en desarrollo como India, Malasia, México y Brasil, encontrando que no ha tenido la atención que se esperaba, considerando el desarrollo de las tecnologías de información. Del Solar, R., Chacón, I., & Ponce, M. (2008)

El plan maestro de producción busca obtener una decisión de tipo operativo respecto a los productos o servicios a producir en el próximo periodo u horizonte de planeación, esto en base a aspectos de cuanto se ha de fabricar, cuando se debe fabricar, la cantidad de materiales a utilizar en las unidades a producir, todo esto buscando un punto en el cual la producción obtenga un equilibrio con sus ventas, manteniendo un stock de seguridad que dará el inicio a la nueva línea de producción.

3.2.3.1. BOM (Lista de Materiales).

Identifica la estructura de los productos terminados, especificando los siguientes aspectos: Artículos subcomponentes, así como su cantidad requerida en cada nivel. Secuencia de integración o ensamble de los artículos subcomponentes. Centros de trabajo en los que se realizan los ensambles. Rivera Poma, J. M., Ortega Pernia, E., & Pereyra Quiroz, J. (2014)

3.2.3.2. MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales).

Es una metodología que requiere conocer la demanda independiente de los productos Finales de la empresa para calcular de forma rápida y precisa la demanda dependiente generada por el requerimiento de los productos. MRP también nos proporciona un programa para producir o pedir la materia prima. El sistema MRP requiere de información, tanto del proceso productivo como de la demanda de los productos, por lo que se utiliza un software especializado para el

procesamiento de la información. La Fiabilidad del sistema MRP dependerá exclusivamente de la Fiabilidad de los datos proporcionados. Rivera Poma, J. M., Ortega Pernia, E., & Pereyra Quiroz, J. (2014)

3.3. Marco Conceptual

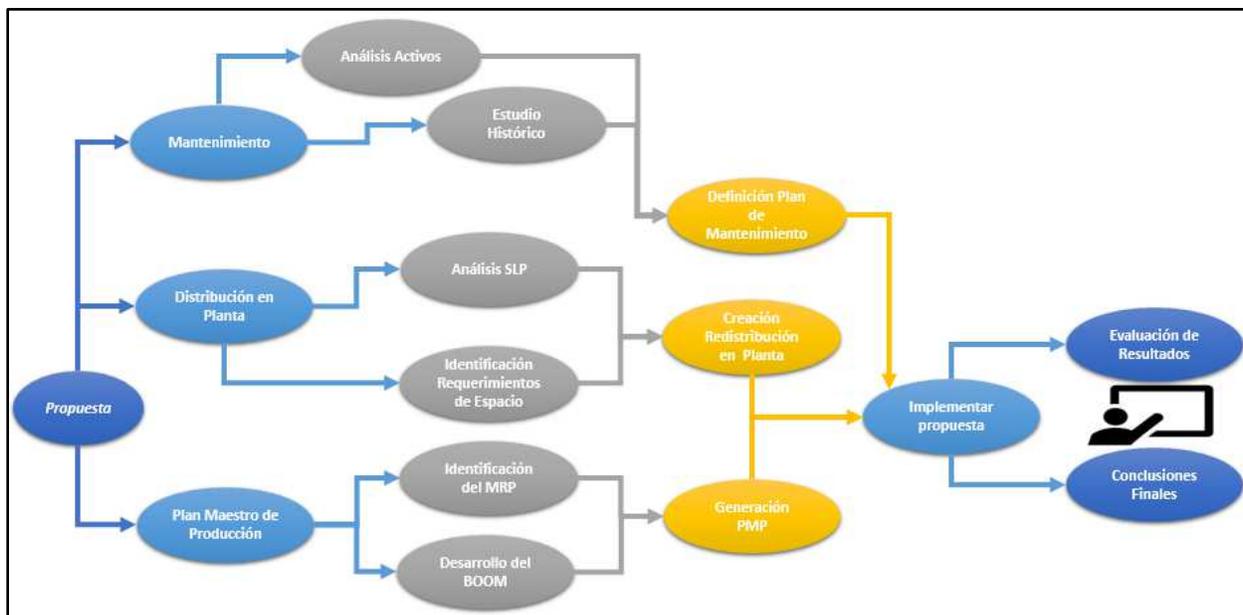


Figura 2. Marco Conceptual.

(Recuperado de: Elaboración Propia – Power Point)

3.4. Estudio legal

En la actualidad no existe un ente regulatorio respecto al mantenimiento industrial y el mejoramiento de los procesos; Esto en gran parte debido a la variedad e innumerable magnitud del sector industrial en Colombia. Existen entidades normativas que permiten marcar un estándar enfocado al mantenimiento, la calidad y la atención al cliente, estos estándares enmarcados en Colombia bajo el ICONTEC.

El ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación), es un organismo que se dedica a la certificación de bienes y servicios, orientando los mismos a estándares de alta

calidad, que le permitirán a la economía colombiana mantener una competitividad en el sector no solo nacional sino también a nivel internacional, esto a su vez permite que las compañías certificadas mantengan un alto nivel de eficiencia y mejora continua; Las normas y guías. El ICONTEC aparte de normalizar estándares de alta calidad, también orienta a las compañías a mantener un correcto sistema de mantenimiento, adecuando las instalaciones a normativas locales e internacionales.

3.4.1. GTC 62.

Esta norma pretende dar a conocer las definiciones utilizadas en el marco del mantenimiento industrial, estas a su vez enfocadas a mantener un lenguaje preciso y exacto hacia los usuarios destino de la misma; La creación de esta norma fue mediante diferentes consensos entre partes del sector privado y el sector público. Adicional a las definiciones que ofrece la guía, esta orienta conceptos respecto al mantenimiento, conceptos que deberán verse abarcados dentro del marco teórico de este trabajo, bajo la temática del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

3.4.2. Resolución 2400.

La resolución 2400 de 1979 corresponde a la serie de lineamientos requeridos en los espacios de trabajo de una compañía, así mismo relaciona las diferentes obligaciones de los patronos y trabajadores; La resolución hace especial énfasis en las recomendaciones y precauciones a tener en cuenta respecto a seguridad y salud en el trabajo, adicional pretende mantener un correcto uso de higiene y prevención.

La resolución 2400, es eje fundamental dentro de una propuesta de distribución en planta, enfocando temática respecto a los requerimientos de espacio como lo son los correctos niveles de ventilación, un adecuado sistema contra incendios y la ubicación y cantidad de sanitarios teniendo en cuenta el número de trabajadores.

Aspecto determinante dentro de la resolución 2400 corresponde a la definición del espacio adecuado y mínimo que el trabajador ha de tener en su puesto, así como la distancia entre máquinas y equipos, tal cual lo menciona el parágrafo primero del artículo 12 de la resolución citada:

Parágrafo 1o. La distancia entre máquinas, aparatos, equipos, etc., será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su labor sin dificultad o incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio, no será menor en ningún caso, de 0,80 metros.

(<http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/Res.2400-1979.pdf>)

Dentro del artículo 12 de la resolución es importante destacar la alusión del parágrafo segundo, esto debido al uso de hornos dentro de la compañía:

Parágrafo 2o. Cuando las máquinas, aparatos, equipos, posean órganos móviles, las distancias se contarán a partir del punto más saliente del recorrido de dichos órganos. Alrededor de los hogares, hornos, calderas o cualquier otro equipo que sea un foco radiante de energía térmica (calor), se dejará un espacio libre de 1,50 metros

Aspectos importantes a contemplar dentro de la compañía, es el tema de los pasillos y escaleras, los cuales para efectos de la propuesta planteada, fueron determinado en base a los artículos, 6, 12, 296 y 655:

Artículo 6o. En la construcción, reformas o modificaciones de los inmuebles destinados a establecimientos de trabajo, se deberán tener en cuenta, además de los requisitos exigidos en el artículo quinto, los corredores, pasadizos, pasillos, escaleras, rampas, ascensores, plataformas, pasamanos, escalas fijas y verticales en torres, chimeneas o estructuras similares que serán diseñados y construidos de acuerdo a la naturaleza del trabajo, y dispondrán de espacio cómodo y seguro para el tránsito o acceso de los trabajadores.

(<http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/Res.2400-1979.pdf>)

Artículo 12. Los corredores que sirvan de unión entre los locales, escaleras, etc., y los pasillos interiores de los locales de trabajo que conduzcan a las puertas de salida, deberán tener la anchura precisa teniendo en cuenta el número de trabajadores que deben circular por ellos, y de acuerdo a las necesidades propias de la industria o establecimiento de trabajo. La anchura mínima de los pasillos interiores de los locales de trabajo será de 1,20 metros.

(<http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/Res.2400-1979.pdf>)

Artículo 296. Los tanques, recipientes, cubas y pailas utilizadas como mezcladoras, agitadoras, o para depositar (almacenar) líquidos calientes, corrosivos ácidos o alcalinos) o venenosos, instalados a menos de dos metros de altura sobre el piso o nivel de trabajo, deberán

cubrirse con tapas ajustables de material antitérmico o anticorrosivo, o cercarse con barandas de material adecuado. En caso de que existan pasillos de menos de 80 centímetros de ancho, entre uno o más recipientes de almacenamiento, deberá cerrarse el paso a las personas.

(<http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/Res.2400-1979.pdf>)

Artículo 655. Los lugares de trabajo, los pasillos, corredores, etc., se deberán mantener libres de obstáculos, tales como palos y tablas con clavos, despunte, para evitar las hincadas en los pies. (<http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/Res.2400-1979.pdf>)

3.5. Consideraciones marco legal

Dentro del marco legal recopilado en esta propuesta se ha detectado que existen diferentes normativas que forjan en las compañías un entorno competitivo, encaminado al servicio al cliente y a la calidad. Se es necesario entender y conocer que:

- ✓ No existe una ley colombiana que mantenga un régimen industrial que controle o regule el mantenimiento de los activos en las compañías.
- ✓ Existen mecanismos normativos que permiten a las compañías crear un plan de mantenimiento, para manejar un estándar de calidad y servicio al cliente que posicione a la compañía dentro del sector acreditado del país.
- ✓ La distribución en planta como mecanismo de optimización, deberá comprender mecanismos ajustables a la compañía dentro de la resolución 2400 de 1979.
- ✓ El espacio mínimo contemplado entre máquinas y trabajador de acuerdo a la resolución 2400 de 1979 es de 80 cm.

4. Metodología de la investigación

Este proyecto se basa en la resolución de 3 principales problemas dentro de la empresa Balones Milago, usando una herramienta metodológica para cada una de ellas: distribución en planta con la herramienta SLP, un plan de mantenimiento y un plan maestro de producción.

Basados en la observación y en el análisis de datos, la investigación planteada en la propuesta se orienta hacia 2 enfoques el primero el cuantitativo, ya que los datos cuantitativos permiten hacer tablas y gráficas que ilustran adecuadamente un fenómeno. Melvin Núñez Viquez (ED.), (2011), Investigación. Fundamentos y metodología, Naucalpan de Juárez, Estado de México, Pearson Educación de México, y lo anterior se evidencia a través de él plan maestro de producción en el cual se realizan cálculos y se evidencia de forma cuantitativa la solución al problema planteado inicialmente, el segundo es el enfoque cualitativo, Con este tipo de acercamiento metodológico no se busca cuantificar, sino comprender determinado fenómeno; es decir, establecer cómo se relaciona un aspecto con otro. Melvin Núñez Viquez (ED.), (2011), Investigación. Fundamentos y metodología, Naucalpan de Juárez, Estado de México, Pearson Educación de México, con el SLP y el plan de mantenimiento se ratifica la postura acerca del enfoque cualitativo ya que en estas dos metodologías se busca la correlación entre los diferentes procesos de producción (SLP), y la correlación causa y efecto (Plan de mantenimiento), que retrase la productividad de la empresa.

Es por esto que se diseña el cronograma de actividades de desarrollo de la propuesta, el cual se puede valorar en las figuras 3, 4, 5 y 6.

Modo de	Nombre de tarea	Duraci	Comienzo	Fin	Prede
	Cronograma de Actividades	75 días	lun 12/02/18	dom 22/04/18	
	▷ MODELO PARA LA REDISTRIBUCION EN PLANTA	19 días	lun 12/02/18	jue 1/03/18	
	▷ PLAN DE MANTENIMIENTO	23 días	jue 1/03/18	jue 22/03/18	1
	▷ PLAN MAESTRO DE PRODUCCION	28 días	jue 22/03/18	mar 17/04/18	6
	CORRECCIONES FINALES	5 días	mar 17/04/18	dom 22/04/18	16;6

Figura 3. Cronograma de Actividades.

(Recuperado de: Elaboración Propia – Project Professional)

Modo de	Nombre de tarea	Duraci	Comienzo	Fin	Prede
	▲ Cronograma de Actividades	75 días	lun 12/02/18	dom 22/04/18	
	▲ MODELO PARA LA REDISTRIBUCION EN PLANTA	19 días	lun 12/02/18	jue 1/03/18	
	Generar un Analisis inicial de la compañía.	3 días	lun 12/02/18	mié 14/02/18	
	Elaborar analisis SLP de la compañía.	7 días	jue 15/02/18	mié 21/02/18	2
	Elaborar los requerimientos de espacio.	4 días	mié 21/02/18	dom 25/02/18	3
	Elaborar propuesta para la Distribucion en Planta	5 días	dom 25/02/18	jue 1/03/18	4

Figura 4. Cronograma de Actividades – Modelo Para la Distribución en Planta.

(Recuperado de: Elaboración Propia – Project Professional)

Modo de	Nombre de tarea	Duraci	Comienzo	Fin	Prede
	▲ PLAN DE MANTENIMIENTO	23 días	jue 1/03/18	jue 22/03/18	1
	Generar un analisis inicial de la compañía	3 días	jue 1/03/18	dom 4/03/18	5
	Elaborar el inventario de los equipos	4 días	dom 4/03/18	jue 8/03/18	7
	Plasmar la localizacion de los equipos	2 días	jue 8/03/18	sáb 10/03/18	8
	Generar una codificacion para cada uno de los equipos	1 día	sáb 10/03/18	sáb 10/03/18	9
	Realizar las tarjetas tecnicas de los equipos	2 días	sáb 10/03/18	lun 12/03/18	10
	Realizar el formato hoja de vida para cada uno de los equipos	2 días	lun 12/03/18	mié 14/03/18	11
	Realizar la relacion de actividades	2 días	mié 14/03/18	vie 16/03/18	12
	Realizar el formato instructivo	2 días	vie 16/03/18	dom 18/03/18	13
	Realizar la propuesta para el plan de mantenimiento	5 días	dom 18/03/18	jue 22/03/18	14

Figura 5. Cronograma de Actividades – Plan de Mantenimiento.

(Recuperado de: Elaboración Propia – Project Professional)

Modo de	Nombre de tarea	Duraci	Comienzo	Fin	Prede
	▲ PLAN MAESTRO DE PRODUCCION	28 días	jue 22/03/18	mar 17/04/18	6
	Generar un analisis inicial de la compañía	2 días	jue 22/03/18	sáb 24/03/18	15
	Desarrollar Bom de la empresa	9 días	sáb 24/03/18	dom 1/04/18	17
	Determinar el MRP	12 días	dom 1/04/18	jue 12/04/18	18
	Realizar la propuesta para el plan maestro de produccion	5 días	vie 13/04/18	mar 17/04/18	19
	CORRECCIONES FINALES	5 días	mar 17/04/18	dom 22/04/18	16;6

Figura 6. Cronograma de Actividades – Plan Maestro de Producción.

(Recuperado de: Elaboración Propia – Project Professional)

4.1. Limitaciones de la investigación

- Falta de información histórica respecto a las ventas, ya que las mismas no se planean dentro de la compañía, solo se produce una cantidad fija mensual.
- Falta de acceso a la información financiera de la compañía.
- Poca información acerca de la maquinaria existente en la compañía.

5. Desarrollo de la investigación

5.1. Distribución en planta

5.1.1. Análisis inicial.

Verificar el estado actual de la compañía Balones Milago, es el eje principal del actuar de esta propuesta, enfocada a mejorar la utilización del espacio que actualmente se posee, y optimizar el flujo de materiales y personas en las instalaciones de la compañía, para definir este tipo de situaciones es necesario conocer el flujo actual de la empresa. Ver Figura 7.

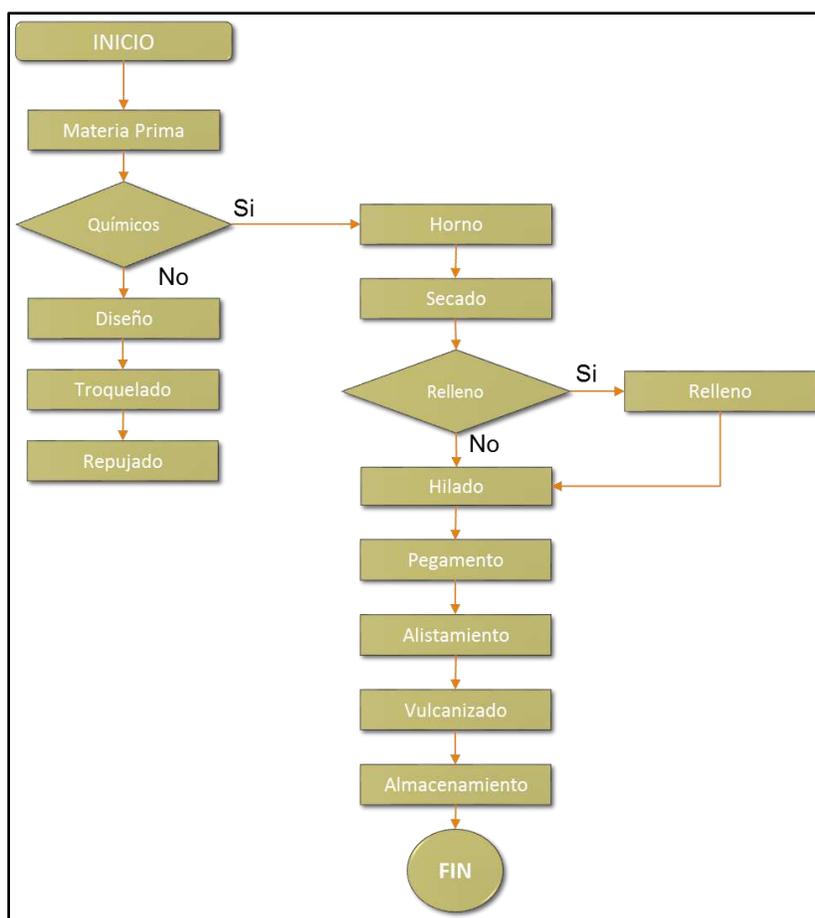


Figura 7. Flujograma Análisis Inicial Proceso Balones Milago.

(Recuperado de: Elaboración Propia – Power Point)

La compañía Balones Milago, actualmente posee un área utilizada de 544 m² (distribuida en 4 plantas, Figura 8), los cuales poseen una distribución orientada al espacio requerido y no al flujo de procesos y materiales, es así como se evidencia un déficit respecto a la utilización del lugar, no solo en la deficiente evaluación en medidas, sino también la mala utilización de las alturas con las cuales cuenta la edificación. La estructura actual comparte ciertas dimensiones entre espacios de vivienda y espacios de producción, ya que dentro de la edificación vive el propietario de la empresa; Existe una distribución denotada por diferentes series de cuartos los cuales son usadas como almacenes “brutos”, estos no mantienen un correcto mantenimiento ni un uso efectivo del espacio, esto generado en la primera planta de la compañía, la cual comparte la parte administrativa, diseño, troquelado, vulcanizado, repujado y secado.

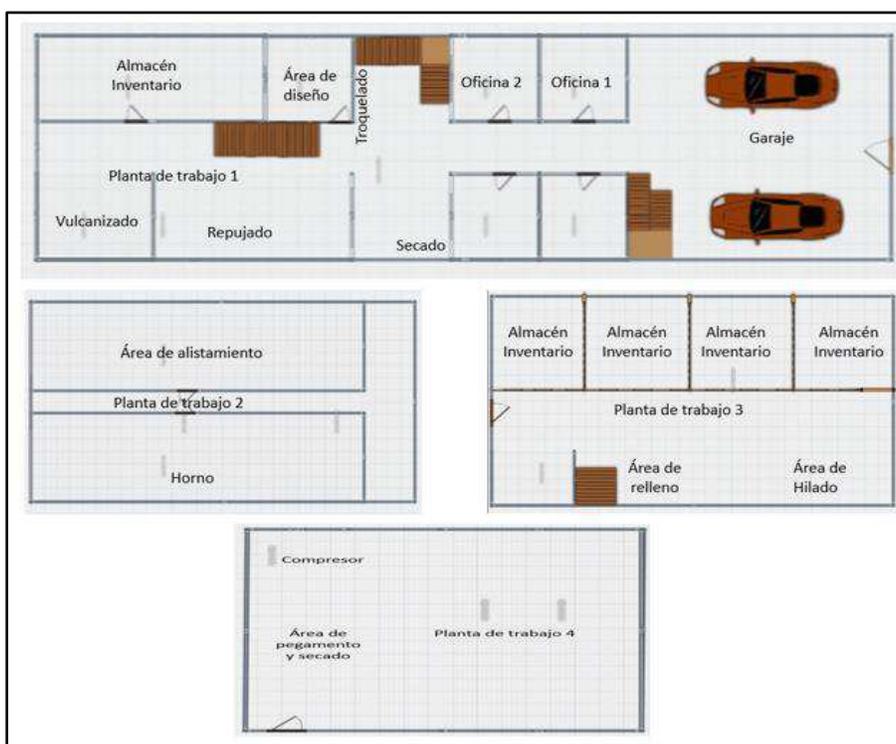


Figura 8. Distribución Actual.

(Recuperado de: Elaboración Propia)

La segunda planta de la compañía la cual comprende un área de 240 m², está distribuida en 2, un espacio designado para habitar (120 m²), parte frontal, realizada en estructura de concreto y hierro, y el espacio de la empresa donde se encuentra el horno, parte del almacenamiento y el área de alistamiento, esta última con una connotación peculiar, ya que la estructura que sostiene

esta parte (parte trasera) de la 2da planta fue hecha empíricamente en madera, la cual no posee un análisis de resistencia que garantice la protección de los trabajadores en sus labores habituales.

La tercera planta posee un espacio de 120 m², la cual se encuentra construida sobre la estructura de concreto que contiene la parte de vivienda de la edificación (Planta 2), parte frontal, distribuidos entre cuartos de inventarios y las áreas de hilado y relleno, esta última se puede evidenciar en la figura 9, las cuales no poseen una delimitación física, ya que comparten el espacio en conjunto, lo que genera visualmente una perspectiva desordenada y sucia, teniendo en cuenta que el área de relleno maneja el insumo en bolsas colocadas en el suelo y se va abasteciendo a medida de requerirse.



Figura 9. Área de Relleno, Alistamiento Insumos Relleno.

(Recuperado de: Elaboración Propia)

La falta de espacio y estantería adecuada para almacenar la materia prima así como los implementos apropiados para los empleados de la compañía, comprenden una problemática

bastante preocupante, ya que este tipo de condiciones no solo generan deficiencias en el proceso, también ocasiona una serie de riesgos en los trabajadores lo cual puede materializarse en un accidente de trabajo. El principal aspecto en la mala utilización del espacio de la compañía corresponde a la falta de planeación y la carencia en el análisis de crecimiento de la misma, contemplando aspectos del mercado, como lo son el alza en los costos de importación de materia prima, lo que ocasiono un gran cambio en la empresa a mediados del año 2005, llevando a la misma a implementar los procesos de fabricación de parte de la materia prima que se requiere en el proceso, esto en las bombas de los balones.

5.1.2. Análisis SLP.

Mediante la planeación sistemática de la distribución en planta, se identificó que el principal aspecto de mejora dentro de la compañía corresponde a que la distribución actual está organizada teniendo en cuenta las dimensiones de la maquinaria utilizada en el proceso, sin tener presente aspectos de flujo de materiales y producto semi-terminado; Al analizar de manera relacional las actividades se detecta que existen cruces innecesarios que pueden ser sustituidos, esto teniendo en cuenta la relación de proximidad de cada área. Ver Figura 10.

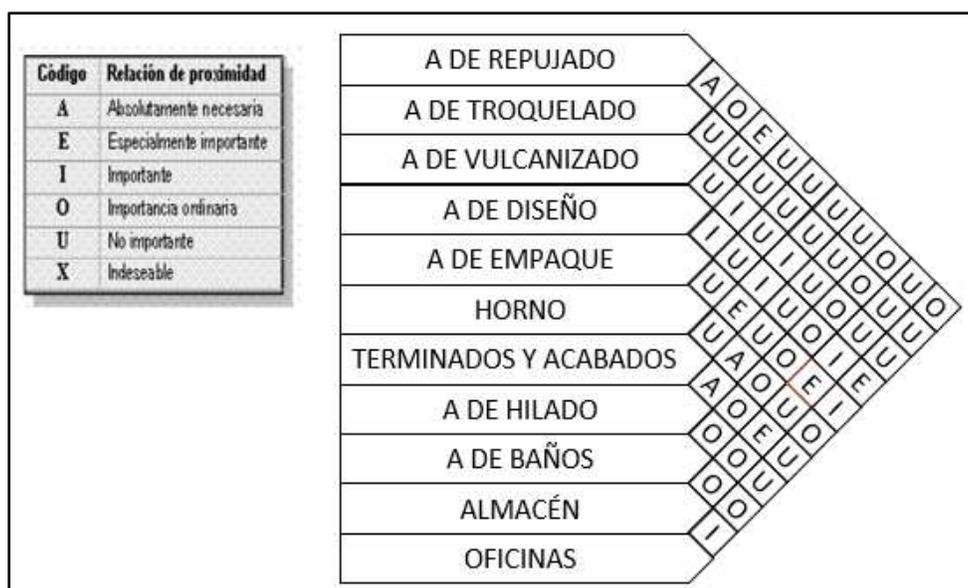


Figura 10. Tabla Relacional de Actividades – Inicial.

(Recuperado de: Elaboración Propia)

El análisis de la tabla relacional de actividades (Figura 10), permite generar de manera esquemática el movimiento de los materiales y la interrelación que actualmente poseen todas las áreas no solo productivas si no también administrativas y comunes, identificando así los cruces críticos que son objeto de mejora, como se puede identificar en la figura 11, estos puntos críticos serán tratados enfocando no solo el flujo de materiales, también teniendo en cuenta la utilización adecuada del espacio, contemplando las dimensiones de largo por ancho y una adicional que es la altura, esta última como punto fuerte de la compañía ya que la altura de la mitad de la planta 1 y la planta 2 manejan una dimensión superior a las 3,50 metros.

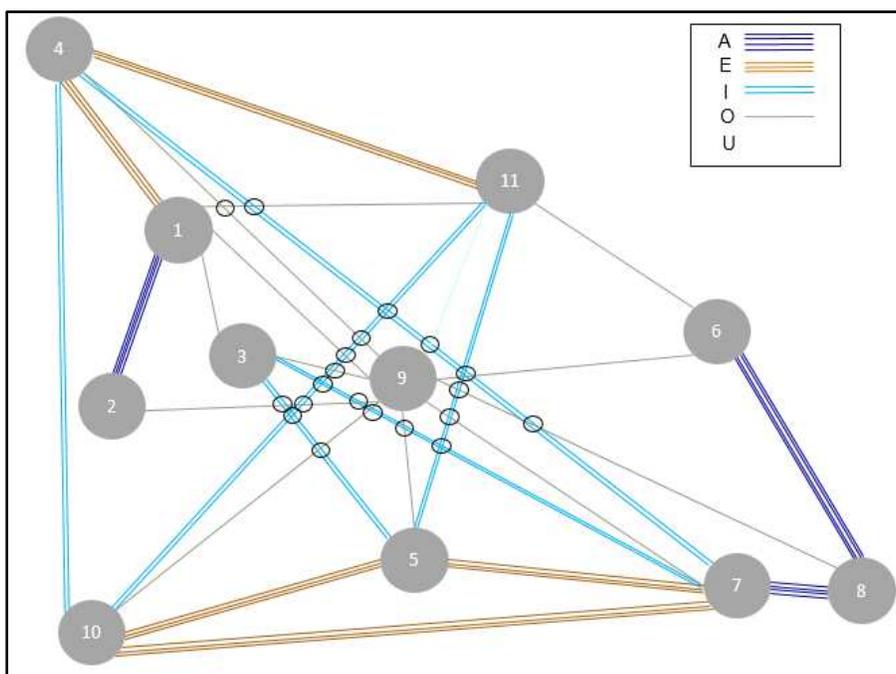


Figura 11. Diagrama de Relaciones de Actividades.

(Recuperado de: Elaboración Propia)

Actualmente la compañía presenta 11 zonas connotadas entre áreas comunes, administrativas y operativas, con el análisis generado se detectó la falta de 3 zonas adicionales, las cuales contemplan actividades diferentes que requieren un espacio exclusivo para el correcto desarrollo de las actividades, las cuales son: Insumos y materiales, relleno y pegamento-secado. Teniendo en cuenta la adición de estas zonas, como se identifica en la figura 12, fue necesario generar el replanteamiento de la tabla y el diagrama relacional de actividades, esta combinación permite obtener un mayor control en el flujo de procesos. Estas 3 áreas demandan un espacio requerido de aproximadamente 26 m², que fueron distribuidos teniendo en cuenta el espacio actual de la

empresa, al contemplar esta novedad es necesario implementar y analizar los requerimientos de espacio de cada área, requerimientos que fueron evaluados teniendo en cuenta las especificaciones de la resolución 2400 de 1979, estos detalles asientan una distribución global de las áreas de la compañía, que como se ha manifestado, será enfocado principalmente al flujo de materiales y la reducción de tiempos en transporte, con lo que también se disminuirían aspectos como movimientos innecesarios y almacenamiento de producto en proceso.

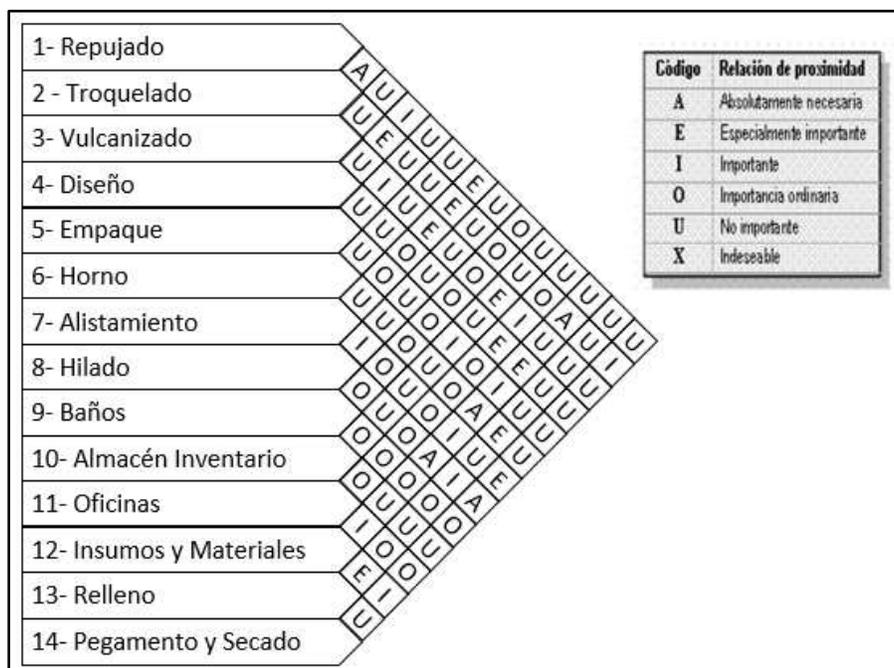


Figura 12. Tabla Relacional de Actividades.

(Recuperado de: Elaboración Propia)

Aplicando la relación de proximidad y relación entre áreas (Ver figura 13), se detecta que existe un área común que al momento de diagramar genera una aguda preocupación, esto siguiendo estrictamente la catedra; Al analizar la misma se identifica que corresponde al baño, área que no posee un vínculo directo con las tareas administrativas y operativas, razón por la cual dentro del análisis ejecutado en el diagrama no se contempló la misma. Un aspecto adicional dentro del diagrama fue la referencia de los cruces efectuados entre las áreas de diseño e insumos, relación que es considerada importante teniendo en cuenta que a partir de los diseños se procede con la masificación del producto, así mismo esta deja de ser indispensable en el día a día ya que la relación corresponde a un movimiento de materiales y con una periodicidad máxima de una vez al mes, esto debido a que los diseños solo surgen modificación si algún cliente así lo

desea, es por esto que estos cruces son demarcados en la Figura 13 con color negro, dejando los cruces indispensables en color rojo.

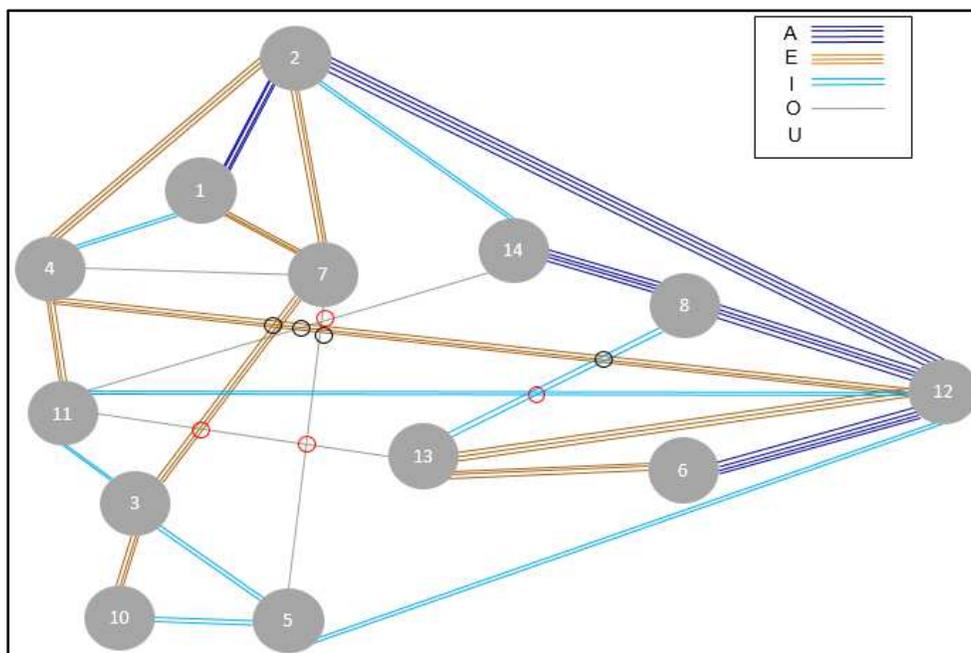


Figura 13. Diagrama de Relación de Actividades.

(Recuperado de: Elaboración Propia)

5.1.3. Requerimientos de espacio.

Los requerimientos de espacio comprenden el análisis de la necesidad que cada área o zona posee en relación a sus máquinas o implementos y el área mínima requerida para desempeñar las actividades de la compañía. La definición de los espacios se genera teniendo en cuenta el área que actualmente posee la estructura de la compañía (544 m²), así mismo se generan bajo los estándares de la resolución 2400 de 1979; Contemplando una necesidad básica de cada área se da inicio a la verificación de las medidas de cada máquina y el espacio necesario para su funcionamiento, detalle que se puede evidenciar en el Anexo 6 de esta propuesta, encontrando los siguientes datos:

Tabla 1

Desglose Requerimientos de Espacio

Numero	Departamento	Área Requerida
1	Repujado	14,39 m ²
2	Troquelado	4,29 m ²
3	Vulcanizado	3,14 m ²
4	Diseño	9 m ²
5	Empaque	16 m ²
6	Horno	22,42 m ²
7	Alistamiento	6 m ²
8	Hilado	8,82 m ²
9	Baños	4 m ²
10	Almacén Inventario	36 m ²
11	Oficinas	18 m ²
12	Insumos Y Materiales	6 m ²
13	Relleno	6,5 m ²
14	Pegamento Y Secado	13,25 m ²

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

La información recopilada descrita en la Tabla 1 permite obtener una visión clara y objetiva de lo que se requiere replantear en relación al espacio, buscando el lugar apropiado y orientando el análisis en condición del flujo adecuado de los materiales, así mismo la distribución de las áreas bajo estos parámetros posee una limitante la cual recae en que la estructura física posee una distribución inadecuada respecto a paredes y cuartos pequeños, con lo que se debe ajustar a las instalaciones actuales sin mayor impacto de la infraestructura, buscando la optimización mediante el movimiento de las máquinas y la reorganización del flujo del proceso sin tener que intervenir paredes y columnas.

Teniendo en cuenta las necesidades de espacio se es indispensable contar con el inventario de cada área, esto en relación a sus empleados y a la cantidad de maquinaria que se requieren:

Tabla 2

Inventario Áreas

Área	Cantidad	Cantidad Maquinas Proceso	Descripción Maquinaria	Cantidad Operarios	
Repujado	1	3	Repujadoras	3	*
Troquelado	1	1	Troqueladoras	1	*
Vulcanizado	1	1	Estufa	1	
Diseño	1			1	*
Empaque	1			1	*
Horno	1	1	Horno	1	
Alistamiento	1			4	
Hilado	1	2	Motores Eléctricos	2	
Baños	2	2	Baterías de Baños		
Almacén Inventario	1				
Oficinas	2	4	3 Computadores y 1 Impresora	3	
Insumos	1				
Relleno	1			1	*
Pegamento y Secado	1	1	Secadora	1	*

* Corresponden a operarios polivalentes, se establecen dentro del área que mayor incidencia poseen

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

Conocido el desglose de espacio por área así como su respectivo inventario, se decide plantear el modelo de espacio requerido (Ver figura 14), con el fin de poder conocer de primera mano cómo se establecería la relación de las áreas, así mismo el modelo de espacio requerido permite identificar de manera global la cantidad de vínculos respecto a la importancia con otras áreas de la compañía, lo que permite identificar cuellos de botella como lo son las áreas de alistamiento e insumo de materiales.

		4)DISEÑO A. __ E.2,11,12 I.1 O.7,9	11)OFICINAS A. __ E.4 I.3,12 O.2,5,6,7,8,9,10 ,13,14
1)REPUJADO A.2 E.7 I.4 O.9	2)TROQUELADO A.12 E.4,7 I.14 O.9,11	12)INSU. MATE. A.2,6,8 E.4,13 I.5,7,10,14 O.9	8)HILADO A.12,14 E. __ I.7,13 O.9,11
7)ALISTAMIE... A. __ E.1,2,3,14 I.8,12 O.4,5,9,11	3)VULCANIZ... A. __ E.7,10 I.5,11 O.9,	6)HORNO A.12 E.13 I. __ O.9,11	14)REPUJADO A.8 E.7 I.2,12 O.9,11
5)EMPAQUE A. __ E. __ I.3,10,12 O.7,9,11	10)AL. INVEN. A. __ E.3 I.5 O.9,11	13)RELLENO A. __ E.6,12 I.8 O.9,11	9)BAÑOS A. __ E. __ I. __ O.1,2,3,4,5,6,7, 8,9,10,11,12,13, 14

Figura 14. Modelo de Espacio Requerido.

(Recuperado de: Elaboración Propia)

5.1.4. Propuesta.

La propuesta de distribución en planta de la compañía Balones Milago, comprende la utilización de un espacio de 544 m², distribuidos en 4 plantas con las que la estructura cuenta, una parte frontal y otra posterior, las cuales cada una corresponde a una mitad del lote, el planteamiento de la propuesta está orientado al mejoramiento del flujo de materiales y de empleados dentro de la estructura, con lo que generamos el nuevo diagrama de proceso de la compañía (Figura 15), proponiendo un flujo más adecuado y estable a las necesidades de la misma, necesidades que si bien se han manifestado en la línea de tiempo de la compañía, no han sido enfocadas a las buenas prácticas de producción.

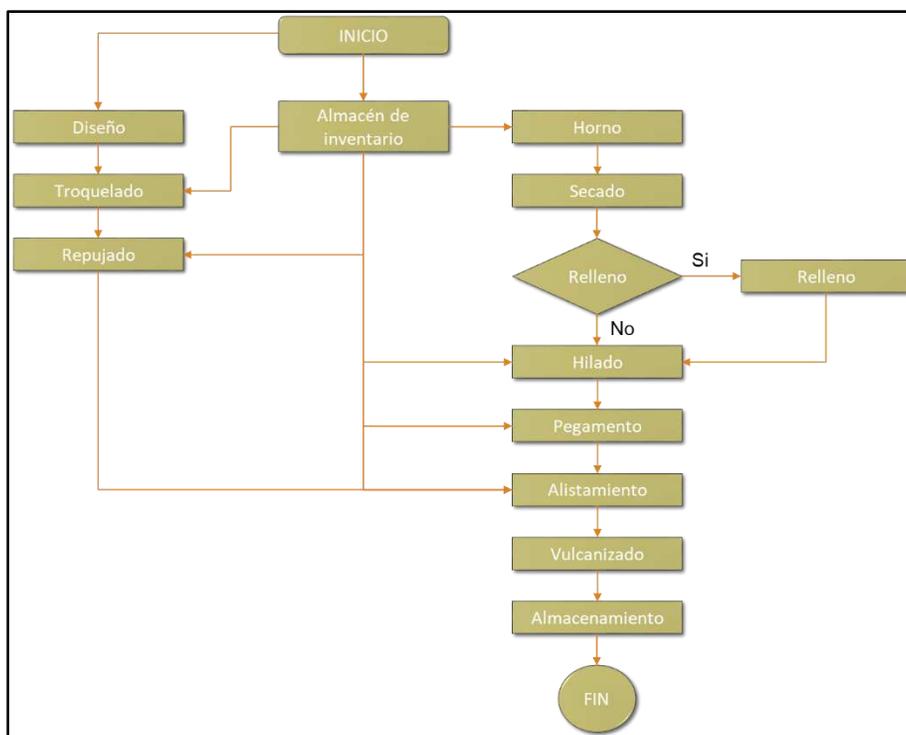


Figura 15. Flujograma Propuesta.

(Recuperado de: Elaboración Propia)

La definición de los espacios requeridos (Tabla 3) por piso es la segunda fase de esta propuesta, sobre los cuales se plantea una distribución que minimice el transporte de los materiales y mejor el flujo del producto terminado, este planteamiento pretende generar un cambio sin afectar estructuralmente la edificación actual, así mismo disminuir los trayectos en los que se han de trasladar las máquinas, esto en la búsqueda de que el cambio no genere mayor impacto a la producción y que sea mediante un proceso ágil y efectivo, con lo cual la modificación de las posiciones se plantea en un tiempo de 2 días (Festivos para evitar la línea de producción), planteamiento que menciona en un día generar las desconexión de las máquinas, verificando aspectos de fluidos, conexiones eléctricas y abastecimiento de materia prima; Para el segundo día se dará inicio con el despiece y desarmado de las máquinas y su traslado, traslado planteado solo para utilizar mano de obra sin requerir maquinaria especializada.

Tabla 3

Definición de Espacios por Piso

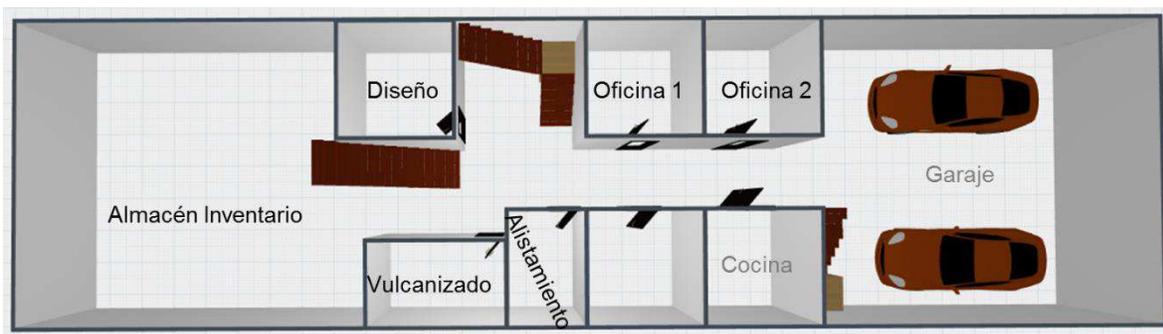
Planta	Requerimientos de Espacio m ²
1	50,14
2	36
3	46
4	35,67

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

De acuerdo al análisis efectuado sobre el área disponible y teniendo en cuenta los requerimientos de espacio que demanda cada zona, se plantea una redistribución por planta así:

Planta 1

Se plantea dejar en el piso 1 las áreas de vulcanizado, diseño, empaque, oficinas y baños (Figura 16) con un espacio de 50,14 m²; Enfocado a que las áreas de vulcanizado y empaque corresponden a zonas donde ya culmina el proceso productivo y en el primer piso ofrece un mejor movimiento de producto terminado, con lo cual se plantea también parte del almacén de inventario en este piso.

*Figura 16. Propuesta Distribución Piso 1.*

(Recuperado de: Elaboración Propia - Planner 5d)

Planta 2

Teniendo en cuenta que el piso 2 de la estructura es compartido entre vivienda (Parte frontal) y empresa (Parte posterior), se plantea un área que no genere mayor impacto de ruido, para el caso el almacén de inventario (Figura 17) con un espacio requerido de 36 m², así mismo se

pretende aprovechar el espacio en la altura del edificio ya que esta zona no está construida hacia arriba (Esta hueca) lo que permite una adecuación más eficiente.

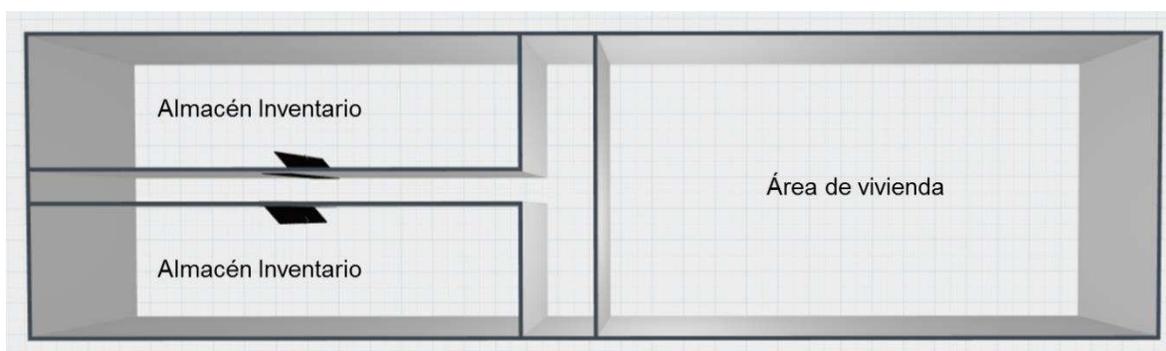


Figura 17. Propuesta Distribución Piso 2.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Planner 5d)

Planta 3

Para la planta 3 de la estructura se plantea dejar las áreas de insumos y materiales (teniendo en cuenta que se encuentra en la parte frontal de la edificación, construida sobre cimientos de concreto), troquelado, repujado, alistamiento, hilado, y relleno, zonas que demandan un espacio de 46 m² (Figura 18), enfocados al flujo de proceso planteado en la figura 15.

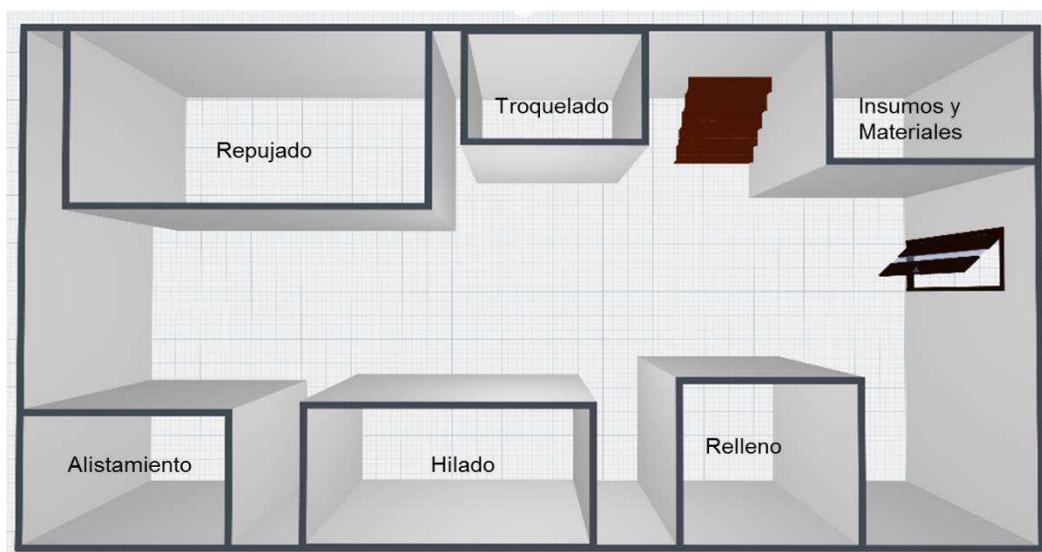


Figura 18. Propuesta Distribución Piso 3.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Planner 5d)

Planta 4

La planta 4 (Parte frontal) se plantea como el inicio del proceso razón por la cual se fijan las áreas del horno y pegamento-secado (Figura 19a 19) demandando un espacio de 35,36 m².

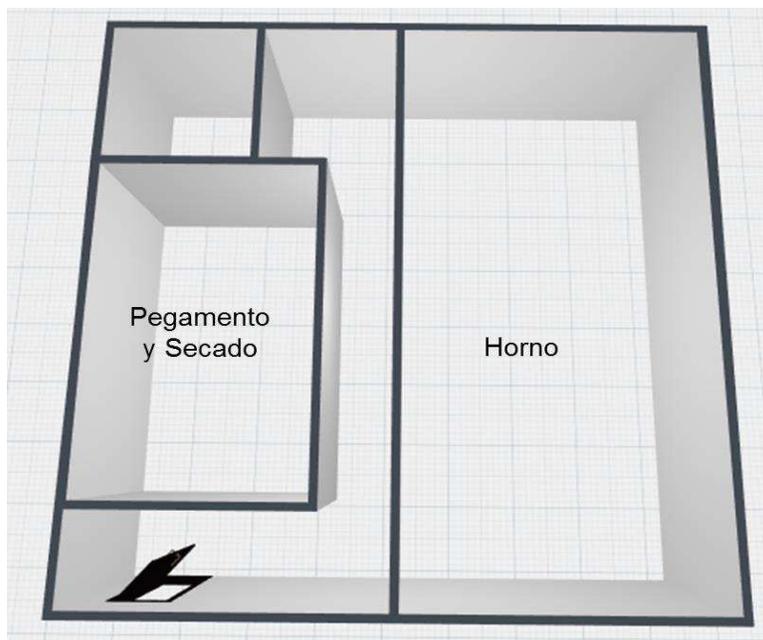


Figura 19. Propuesta Distribución Piso 4.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Planner 5d)

Para validación de acotamiento de plantas, máquinas y espacios requeridos por el operario, se pueden evidenciar en el Anexo 6 Requerimientos de Espacio.

5.2. Plan de mantenimiento

5.2.1. Análisis inicial.

La compañía Balones Milago en la actualidad no presenta un plan de mantenimiento, ya que la manera de atacar las fallas o inconvenientes presentados con los activos de la empresa, se traduce en un actuar reactivo, accionar que genera paradas inesperadas y pérdida de tiempo de los

operarios; Durante los años 2016 y 2017, se generó una serie de acondicionamientos a solo dos activos, aquellos que llevan más tiempo en la compañía, correspondiente al horno y la troqueladora; Estos mantenimientos solo se llevaron a cabo 1 vez por los dos años, lo cual es un tiempo bastante elevado.

Una problemática adicional que presenta la compañía, corresponde a que no se lleva un detalle histórico de las novedades, arreglos, mantenimientos y cambios que se hacen a cada máquina, esto a su vez hubiese permitido identificar aquellos componentes que presentan un mayor desgaste ya sea por uso o calidad, así mismo poder identificar si uno de los factores de los mantenimientos reactivos corresponde a la inexperiencia de las personas que actúan sobre la máquina, ya que actualmente cada mantenimiento se ejecuta por parte del dueño y el operario del activo, lo que puede ocasionar una manipulación errada de las piezas o componentes arriesgando no solo la integridad de la máquina sino también de las personas que las manipulan.

Un aspecto de mejora de la compañía Balones Milago es poder conocer qué tipo de actividad ha de efectuarse a cada máquina, así como los mecanismos de seguridad que han de tenerse en cuenta al momento de afectar el uso de un activo; Es por esto que es necesario una estandarización del proceso de mantenimiento de la compañía, enfocando su aplicación a poder extender el uso eficiente de cada máquina y propendiendo por mantener la calidad en los productos fabricados.

5.2.2. Inventario equipos.

Para la ejecución del plan de mantenimiento es fundamental la realización del inventario de las máquinas que se contemplan dentro de la compañía, este inventario está sujeto a modificación teniendo en cuenta la adición de nuevos activos. (Tabla 4)

Tabla 4

Inventario de los Equipos

Posición	Área De Trabajo	Equipo	Cantidad
1	1	Estufa	1
2-3-4	1	Repujadora	3
5	1	Secadora	1

Posición	Área De Trabajo	Equipo	Cantidad
6	1	Troqueladora	1
7	2	Horno	1
8-9	3	Enrolladora	2
10	4	Compresor	1

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.2.3. Localización equipos.

A continuación se mostrara la localización de los equipos y su distribución actual dentro de la empresa balones Milago, de acuerdo a su ubicación en cada una de las plantas de trabajo de la empresa, la figura 20 se mostrara la planta 1 con los respectivos equipos allí ubicados, en la figura 21 se muestra la planta 2, en la figura 22 la planta 3 y en la figura 23 la planta 4.

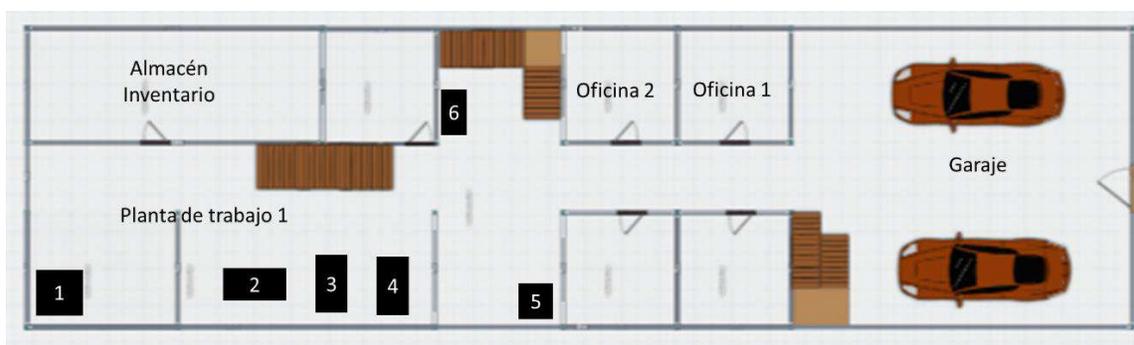


Figura 20. Localización Equipos Piso 1.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Planner 5d)

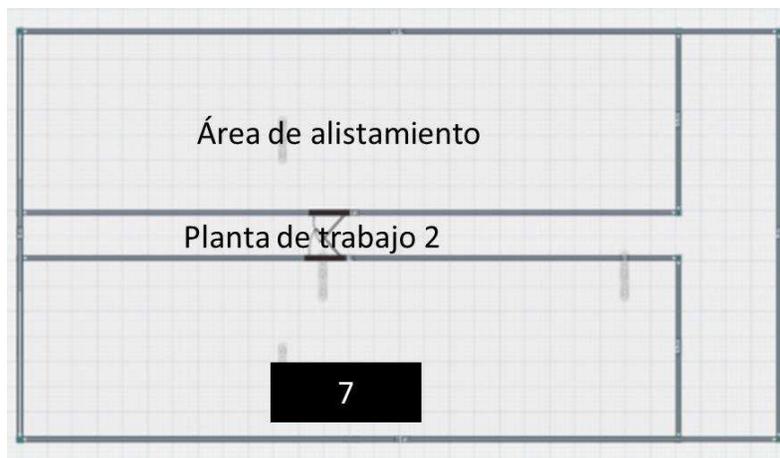


Figura 21. Localización Equipos Piso 2.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Planner 5d)

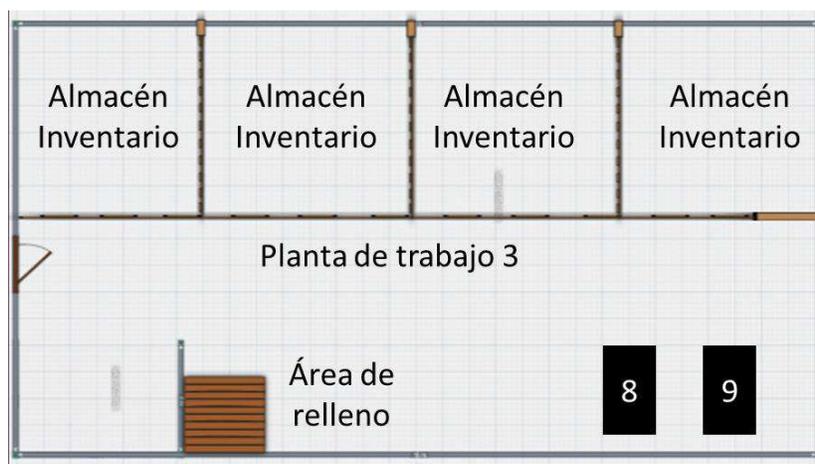


Figura 22. Localización Equipos Piso 3.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Planner 5d)

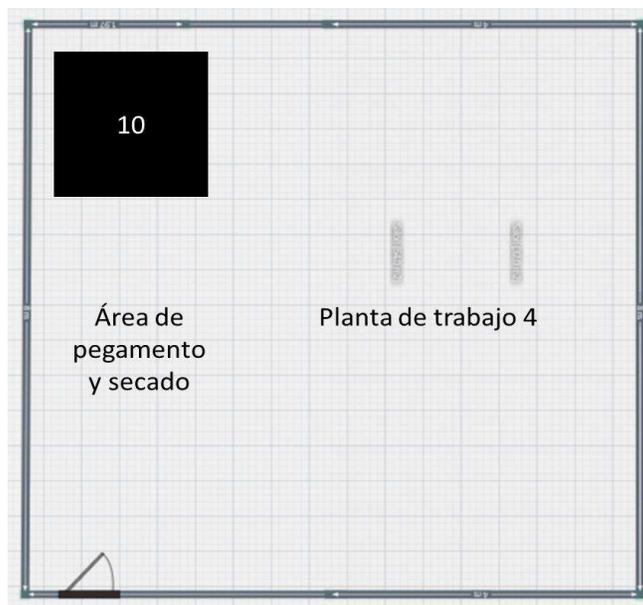


Figura 23. Localización Equipos piso 4.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Planner 5d)

5.2.4. Codificación.

Después de la realización del inventario de la maquinaria, se procedió a identificar cada una de las máquinas con un código específico, en el que se contemplan las iniciales de cada máquina, la planta de trabajo y la posición de cada una de ellas dentro de la empresa. Esta codificación se podrá ver en la tabla 5 y la figura 24.

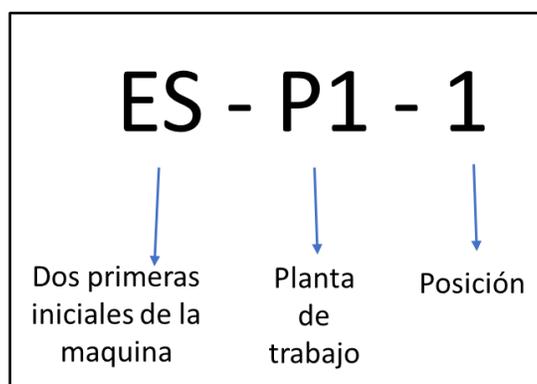


Figura 24. Codificación Equipos.

(Recuperado de: Elaboración Propia – Power Point)

Tabla 5

Codificación de los Equipos

Equipo	Código	Cantidad
Estufa	Es-P1-1	1
Repujadora	Re-P1-2	1
Repujadora	Re-P1-3	1
Repujadora	Re-P1-4	1
Secadora	Se-P1-5	1
Troqueladora	Tr-P1-6	1
Horno	Ho-P2-7	1
Enrolladora	En-P3-8	1
Enrolladora	En-P3-9	1
Compresor	Co-P4-10	1

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.2.5. Tarjeta técnica.

Al proponer un plan de mantenimiento dentro de la compañía Balones Milago, es necesario conocer de primera mano la información de la maquinaria que actualmente se emplea, información respecto a su funcionamiento, aspectos técnicos entre otros, teniendo en cuenta esto es necesario crear una tarjeta técnica que permita obtener de manera ágil y rápida la data requerida, adaptándose de la mejor manera a las necesidades y requerimientos que imparta la compañía, es por esto que se ha diseñado la tarjeta de la figura 25.

		Plan de Mantenimiento Balones Milago			
		Tarjeta Tecnica		N°	
Fotografía Activo	1. Datos Generales				
	Equipo		Codigo		
	Marca		Modelo		
	Peso		Otros		
	2. Información de Interes				
	Jornada (Horas)		Hoja de Vida N°		
Fecha de Instalación		Otros			
3. Datos Fabricante					
Nombre		Fabricante		Dirección	
Contacto E-mail		Ciudad		Otros	
4. Datos de Operación					
Potencia		Voltaje		Amperaje	
Neumatica		Hidraulica		Otros	
5. Nombre Maquina					
Marca		Modelo		Tipo	
6. Observaciones					

Figura 25. Formato Tarjeta Técnica.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.2.6. Formato hoja de vida.

Dentro del plan de mantenimiento propuesto es importante contar con el historial de trabajo ejecutado a la maquinaria, este historial permitirá conocer aquellas acciones correctivas, preventivas o predictivas realizadas a cada activo, lo que brindara una visión más clara al momento de tomar decisiones que requieran algún tipo de cambio o modificación, así mismo la hoja de vida de la maquina ofrecerá conocer aquellas modificaciones o partes a las cuales se les

genera mayor mantenimiento enfocando también las decisiones a la petición de calidad sobre los insumos de cada activo y los costos derivados del mismo.

	Plan de Mantenimiento Balones Milago		
	Hoja de vida		N°
1. Datos Generales			
Nombre Equipo		Tarjeta Tecnica	
Codigo Equipo		Serie	
Ubicación		Marca	
2. Historial Maquinaria			
Fecha	Orden de Trabajo N°	Labor Realizada	Quien Ejecuta
Costo Ejecución			
Costo Ejecución			
Costo Ejecución			

Figura 26. Formato Hoja de Vida de la Maquina.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.2.7. Relación actividades.

La relación de actividades comprende la serie de diligencias a desarrollar a lo largo del plan de mantenimiento, con lo cual se pretende establecer políticas acordes a las necesidades de la compañía a fin de tener una intervención adecuada de la maquinaria. Teniendo en cuenta la naturaleza de cada actividad, se establecen 4 grupos de acción definidos como:

- Actividades Eléctricas

- Actividades De Cambios Y Ajustes
- Actividades De Fluidos Y Aire
- Actividades De Limpieza

Estas actividades a fin de controlar las mismas en el instructivo de mantenimiento, requieren una codificación que sea sencilla y aplicable al plan de mantenimiento a ejecutar en la compañía Balones Milago, codificación realizada con las dos iniciales de cada grupo y siguiendo un orden numérico.

5.2.7.1. *Actividades eléctricas.*

Tabla 6

Relación de Actividades – Eléctricas

Electricidad	Código
Realizar medición de amperaje de motor	EL01
Realizar medición de voltaje motor	EL02
Verificación terminales eléctricas	EL03
Verificar la fijación de los terminales eléctricos de la clavija	EL04
Verificar la fijación de los terminales eléctricos de la tarjeta de control	EL05
Verificar la fijación de los terminales eléctricos de válvula de combustible	EL06
Verificar la fijación de los terminales eléctricos de válvulas	EL07
Verificar la fijación de los terminales eléctricos del motor	EL08
Verificar la fijación de los terminales eléctricos del motor ventilador	EL09
Verificar la fijación de los terminales eléctricos del quemador	EL10
Verificar la fijación de los terminales eléctricos del tablero de control	EL11
Verificar la fijación de los terminales eléctricos del transformador de ignición	EL12

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.2.7.2. *Actividades de cambio y ajuste.*

Tabla 7

Relación de Actividades – Cambio y Ajustes

Cambios - Ajustes	Código
Realizar pintura general de la estructura interna del equipo	CA01
Realizar pintura general del equipo	CA02
Verificar el ajuste de las tapas laterales	CA03
Verificar el estado de cable de extensión	CA04
Verificar el estado de la base	CA05
Verificar el estado de la base del equipo	CA06
Verificar el estado de la correa del motor	CA07
Verificar el estado de la empaquetadura de la puerta	CA08
Verificar el estado de la membrana del tablero	CA09
Verificar el estado de la tarjeta de control	CA10
Verificar el estado de las chumaceras del motor	CA11
Verificar el estado de las tuberías de agua	CA12
Verificar el estado de las válvulas de paso combustible	CA13
Verificar el estado de los rodamientos de motor	CA14
Verificar el estado del paro principal	CA15
Verificar el estado del regulador de combustible	CA16
Verificar el estado del tambor	CA17
Verificar el estado del termómetro	CA18
Verificar el funcionamiento de anclaje de disco	CA19
Verificar el funcionamiento de chapa e puerta	CA20
Verificar el funcionamiento de control de ignición	CA21
Verificar el funcionamiento de la membrana del tablero	CA22
Verificar el funcionamiento de las trampas de vapor	CA23
Verificar el funcionamiento de los quemadores	CA24
Verificar el funcionamiento de motor	CA25
Verificar el funcionamiento de válvulas	CA26
Verificar el funcionamiento del control de temperatura	CA27
Verificar el funcionamiento del paro principal	CA28
Verificar el funcionamiento del termostato	CA29
Verificar estado de ancla	CA30
Verificar estado de moldes	CA31
Verificar fugas de combustible en la línea de alimentación	CA32
Verificar fugas de combustible en la línea de quemadores	CA33

Cambios - Ajustes	Código
Verificar funcionamiento de pedal de accionamiento	CA34
Verificar la centralidad del tambor	CA35
Verificar la fijación de los tornillos de fijación del compresor.	CA36

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.2.7.3. *Actividades de fluidos y aire.*

Tabla 8

Relación de Actividades – Fluidos y Aire

Fluidos - Aire	Código
Calibración de presión	FA01
Cambio Filtro de aire	FA02
Cambio de aceite motor	FA03
Lubricación de las chumaceras	FA04
Revisión presencias de fugas	FA05
Verificación de funcionamiento de manómetros	FA06
Verificar estado base de presión	FA07
Verificar la fijación de tuberías de combustible	FA08
Verificar niveles de líquidos	FA09

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.2.7.4. *Actividades de limpieza.*

Tabla 9

Relación de Actividades – Limpieza

Limpieza	Código
Lavado general de la maquina	LI01
Lavado general del tanque	LI02
Realizar limpieza al sistema de control	LI03
Realizar limpieza general a los filtros de los radiadores	LI04
Realizar limpieza general del equipo	LI05

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.2.8. Formato instructivo.

Los instructivos de mantenimiento relacionan la serie de recomendaciones, instrucciones y actividades que se han de tener en cuenta al momento de realizar el mantenimiento al activo, este instructivo es importante, ya que este dará los lineamientos mediante los cuales se debe tratar el equipo; El formato básicamente mostrara una orden de trabajo de la cual dentro de la compañía Balones Milago deberá estar pendiente el dueño de la empresa ya que no se cuenta con personal dedicado al mantenimiento. El instructivo permitirá conocer de primera mano si al momento de realizar las actividades existen limitantes o acciones de mejora que se incorporen no solo a la hoja de vida de la maquina si no también que permitan optimizar el plan de mantenimiento propuesto. A continuación se mostrara el formato descrito:

	Plan de Mantenimiento Balones Milago		
	Instructivo		N°
1. Datos Generales			
Fecha Ejecución		Codigo Equipos	
Hora de Inicio		Codigo Actividades	
Hora de Finalización			
2. Encargado Mantenimiento			
Ejecutor		Nombre	
Operario			
Encargado Mantenimiento			
3. Equipos y Herramientas Necesarias			
4. Procedimiento			
5. Observaciones			

Figura 27. Formato Instructivo.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.2.9. Propuesta plan de mantenimiento.

La propuesta de mantenimiento planteada para la compañía Balones Milago corresponde a la incorporación de los ítems descritos anteriormente, los cuales incluyen: Inventario de equipos – Localización de equipos – Codificación de equipos - Tarjetas técnicas – Hoja de vida de las maquinas – Relación de actividades – Instructivo de mantenimiento. El plan de mantenimiento propuesto para la empresa tiene un eje fundamental el cual conforma una estructura enfocada al mantenimiento preventivo y predictivo, esto con el fin de poder mantener los activos de la compañía en las condiciones óptimas de uso, evitando así futuras paradas inesperadas.

La incorporación de los factores descritos, denotara un estandarización del mantenimiento de la compañía, esto aun con la limitante de que no existe personal dedicado a esta labor y la empresa no se encuentra en la capacidad de externalizar la tarea; Así mismo las actividades de mantenimiento descritas en la propuesta están definidas para que el operario sea quien las ejecute, o en dado caso en compañía del propietario quien conoce los mecanismos con los cuales funciona cada máquina; Cabe resaltar que algunas de las actividades de mantenimiento corresponden a un mantenimiento autónomo que el operario de la maquina debe realizar, para efectos de ejemplo “Realizar limpieza general del equipo”. (Para ver a detalle las actividades correspondientes al mantenimiento autónomo remitirse al anexo 4 hoja Acciones Mantenimiento las cuales se pueden observar resaltadas).

Teniendo los formatos de la hoja de vida, las fichas técnicas y los instructivos de mantenimiento (Estos formatos se encontraran en el Anexo 2 Formatos Plan De Mantenimiento, así mismo los lineamientos como se han de diligenciar se detallan en el Anexo 3 Guía De Diligenciamiento De Formatos) ya solo es poder llevar el control eficaz de la incorporación de todos estos elementos, es por esto que es necesario generar un cuadro de control que oriente al ejecutor, en la puesta en marcha y la sostenibilidad del plan de mantenimiento; El cuadro de control tendrá la función principal de avisar y registrar los momentos en los cuales se ha de efectuar el mantenimiento a las máquinas, este cuadro de control se creó con una periodicidad anual, lo cual implica una actualización al formato como tal, mínimo una vez al año.

El cuadro de control del plan de mantenimiento propuesto, está compuesto por 3 elementos esenciales, el primero son las actividades de mantenimiento (Figura 28), el segundo el cronograma de mantenimiento de las máquinas (Figura 29) y el tercero una cuadro de resumen del estado actual por mes de cada máquina (Figura 30), esto teniendo en cuenta la planeación del mantenimiento de cada máquina, así mismo este esquema podrá ser consultado en el Anexo 4 Plan de Mantenimiento BM, de esta propuesta en el cual se detalla la incorporación de actividades y su respectiva periodicidad.

		Mes: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12											
EN-P3-8 Enrolladora		3			6			9			12		
1	Verificar la fijación de los terminales eléctricos de la clavija		X			X				X			X
2	Verificar el funcionamiento de motor		X			X				X			X
3	Verificar el funcionamiento de anclaje de disco		X			X				X			X
4	Verificar el funcionamiento del paro principal		X			X				X			X
5	Realizar medición de amperaje de motor		X			X				X			X
6	Realizar medición de voltaje motor		X			X				X			X
7	Realizar limpieza general del equipo		X			X				X			X
8	Verificar la fijación de los terminales eléctricos del motor		X			X				X			X
9	Verificar el estado de los rodamientos de motor		X			X				X			X
10	Realizar pintura general del equipo		X			X				X			X
11	Verificar el estado de cable de extensión		X			X				X			X
12	Verificar el estado del paro principal		X			X				X			X
13	Verificar funcionamiento de pedal de accionamiento		X			X				X			X

Figura 28. Actividades de Mantenimiento.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS														Mes:		Enero					
														Semana Num:		1	2	3	4	5	
														Dia Semana:		Lunes	Lunes	Lunes	Lunes	Lunes	
														Fecha:							
Equipo	Modelo	Codificaci	Área/Ubicación	Jan	Feb	Mar	Apr	Mag	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Quien Ejecuta					
Secadora		SE-P1-5	Patio 1 piso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					
Compresor		CO-P4-10	Teraza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					
Troqueladora		TR-P1-6	Patio 1 piso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					
Repujadoras 1		RE-P1-2	Patio 1 piso / Zona Estar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					
Repujadoras 2		RE-P1-3	Patio 1 piso / Zona Estar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					
Repujadoras 3		RE-P1-4	Patio 1 piso / Zona Estar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					
Horno		HO-P2-7	Piso 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					
Enrolladora 1		EN-P3-8	Piso 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					
Enrolladora 2		EN-P3-9	Piso 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					
Estufa 1		ES-P1-1	Piso 1 / Zona de Vulcani	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento					

Figura 29. Programa Mantenimiento Preventivo de Equipos.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

		Mantenimiento Planeado Mensual												Mantenimiento Ejecutado Mensual											
Equipo	Número Serial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Secadora	SE-P1-5																								
Compresor	CO-P4-10																								
Troqueladora	TR-P1-6																								
Repujadoras 1	RE-P1-2																								
Repujadoras 2	RE-P1-3																								
Repujadoras 3	RE-P1-4																								
Horno	HO-P2-7																								
Enrolladora 1	EN-P3-8																								
Enrolladora 2	EN-P3-9																								
Estufa 1	ES-P1-1																								

Figura 30. Control Mantenimiento.

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.3. Plan maestro de producción

5.3.1. Análisis inicial.

Dentro de los aspectos de mejora de la compañía Balones Milago, se encuentra la falta control en la fabricación, ocasionando una producción desmedida, la cual no mantiene un orden o secuencia establecida en el horizonte de tiempo. Actualmente se fabrica sin control, generando así un gran número de inventario que asciende a más de 4000 balones almacenados en la empresa y que poseen poca rotación, así mismo este inventario aglomera las diferentes referencias de fabricación, definidas así:

Tabla 10

Relación Productos – Referencia

Producto	Descripción
BFU-01	Balón futbol
BMF-02	Balón Microfútbol
BVO-01	Balón Voleibol
BMV-02	Balón Mini Voleibol
BMF-03	Balón Mini Futbol
B60-62	Balón futbol 60-62
B62-64	Balón futbol 62-64

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

La compañía define un promedio de producción de 3000 unidades al mes, a excepción de periodos especiales como lo son eventos deportivos (Mundiales - Copa América) y festividades de fin de año para las cuales se aumenta aproximadamente en un 33%. Teniendo estos datos que permiten generar una planeación acorde a la producción, la compañía ha incurrido en una sobreproducción ya que no se posee una demanda fija y la fuerza comercial actual posee puntos de mejora que permitan poder aumentar las ventas. Otro aspecto de mejora corresponde a las órdenes de producción por lotes que se generan a la compañía, estos lotes son de referencias específicas y con diseños solicitados por el cliente, bajo esta modalidad la prioridad de la compañía es producir la orden de compra dejando la producción “planeada” de lado.

Mediante la propuesta de PMP se pretende brindar a la compañía un modelo mediante el cual pueda mantener un flujo de fabricación e inventario, acorde a la planeación, aunque se tiene una limitación y es que la compañía no posee cifras históricas exactas de la producción, con lo que se dio inicio a este control en el año 2018.

5.3.2. Pronostico de ventas.

Uno de los puntos de mejora de la compañía Balones Milago corresponde al registro de cifras históricas en sus procesos, incluyendo las ventas, ya que las mismas no poseen un pronóstico ni un historial; Actualmente la compañía genera una fabricación fija y mensual de 3000 unidades en total de las 7 referencias de producción, donde recae la principal falencia ya que estas unidades no se venden en su totalidad, es por esto que se va acumulando el gran número de inventario que poseen. Para la propuesta planteada se trabaja con datos de los 3 primeros meses del año 2018, esta a su vez es planteada mediante un promedio móvil simple de 3 periodos, así mismo se genera una estacionalidad en los meses de Junio y Diciembre con un aumento del 33% esto debido a festividades deportivas y de fin de año respectivamente, con lo que se obtiene un pronóstico más ajustable a la realidad, este se puede evidenciar en la tabla 11.

Tabla 11

Pronostico de Ventas

Producto	Descripción	2018											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BFU-01	Balón futbol	578	597	596	591	595	791	580	576	570	576	575	763
BMF-02	Balón Microfútbol	982	995	997	992	995	1.323	971	964	954	963	961	1.276
BVO-01	Balón Voleibol	146	100	97	115	104	141	106	103	102	104	104	138
BMV-02	Balón Mini Voleibol	134	75	79	96	84	115	87	84	84	85	85	113
BMF-03	Balón Mini Futbol	236	350	370	319	347	460	329	333	328	331	331	439
B60-62	Balón futbol 60-62	398	397	389	395	394	523	385	382	378	382	381	506
B62-64	Balón futbol 62-64	396	396	479	424	433	593	424	424	421	424	424	563
				Datos Reales			Pronostico						

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.3.3. BOM.

El BOM propuesto dentro de la compañía Balones Milago, contempla la lista de materiales requeridos para las 7 referencias manejadas, este BOM maneja la distinción de los componentes y la medida de cada uno, así mismo dentro del BOM se contempla el horizonte de planeación, que para efectos de la propuesto se ha generado para el año 2018, este horizonte de planeación arroja la cantidad de componentes y materiales que se han de requerir a lo largo del año, con el fin de poder planificar los pedidos de los mismos. A continuación presentamos un ejemplo del BOM de la referencia BFU-01:

Tabla 12

Bill Of Materials - BFU-01

Producto	Nombre	Componente	Descripción del Componente	Cantidad De Componentes	Material	Producto Origen
BFU-01	Balón futbol	1	Bomba	1	BM-LT	Látex
BFU-01	Balón futbol	2	Parches	32	PA-PT	Poliuretano Termo Plástico
BFU-01	Balón futbol	3	Hilo	1	HI-PO	Poliéster
BFU-01	Balón futbol	4	Estampado	1	ES-VI	Vinilo
BFU-01	Balón futbol	5	Pegamento	1	PE-PE	Pegamento

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

El BOM del total de referencias de la compañía se puede evidenciar en el Anexo 5 Plan Maestro De Producción BM, de esta propuesta.

5.3.4. MRP.

El MRP o Plan de Requerimientos de Materiales propuesto para la compañía Balones Milago, está definido en un periodo de tiempo igual al planteado en el BOM, el cual consta de un año, este MRP contempla los materiales, la unidad y la descripción requeridos para el periodo evaluado, así mismo dentro de la propuesta se contempla el Lead Time de la compañía la cual se ha definido para las referencias en un periodo de 30 días, tiempo sobre el cual la empresa ha de provisionarse teniendo en cuenta el pronóstico de ventas:

Tabla 13

Material Requirement Planning

Material	Descripción	Unidad	Referencia	Lead Time (Días)
BM-LT	Látex	Ml	1 Galón = 3785 ml	30
PA-PT	Poliuretano Termo Plástico	cm2	1 rollo = 100 cm2 x 3000 cm2	30
HI-PO	Poliéster	M	1 cono = 5000 m	30
ES-VI	Vinilo	Ml	1 Galón = 3785 ml	30
PE-PE	Pegamento	Ml	1 Galón = 3785 ml	30
RE-TE	Tela	Gr	Retazos de tela	30

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

El desglose mensual del MRP se puede evidenciar en el Anexo 5 Plan Maestro De Producción BM de esta propuesta.

5.3.5. Propuesta PMP.

El PMP o Plan Maestro de Producción de esta propuesta, contempla la incorporación de 3 ejes fundamentales de medición, el pronóstico, el BOM y el MRP, esta incorporación se enfoca en poder mantener una adecuada producción y definir de manera correcta la planeación de la misma así como la obtención de la materia prima requerida en los tiempos establecidos en el lead time. El PMP propuesto posee una duración de 9 meses a partir del mes de Abril ya que los tres primeros meses del año ya cursaron su fabricación habitual (3000 unidades), con lo que el restante de meses se establece con referencia al pronóstico, dentro de la tabla 14 se muestra la cantidad de inventario a reducir y el stock mínimo a obtener al finalizar el horizonte de planeación:

Tabla 14

Inventario a Reducir

Inventario a Reducir	Stock Mínimo
860	96
1.434	159
215	24
215	24
430	48

Inventario a Reducir	Stock Mínimo
574	64
574	64

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

El PMP permite conocer de primera mano la necesidad de materiales requeridos para la producción calculada, así mismo brindara las fechas sobre las cuales se ha de efectuar el pedido de los mismos durante el año evaluado, para los efectos de la propuesta se desarrolló el modelo el cual se puede consultar en el Anexo 5 Plan Maestro De Producción BM, de esta propuesta.

De igual forma la propuesta planteada como PMP, enfoca un stock mínimo del 10% del inventario que poseen actualmente, con lo cual el desarrollo del mismo define una producción que cumpla el pronóstico de ventas, disminuyendo así el inventario actual, esto con el fin de poder rotar lo ya fabricado y así permitir a la compañía ir mes a mes acabando uno de sus grandes malestares, el inventario.

Generando la implementación del plan maestro de producción propuesto para la compañía Balones Milago se atacara uno de los grandes problemas de la misma, el inventario, con lo cual el disminuir este le estará ahorrando a la empresa un monto mensual de \$ 2.537.649, obtenido de:

Disminución mensual de inventario: 531 unidades

Costo mantenimiento por unidad: \$ 4.779

La puesta en marcha de la propuesta a partir del mes de Abril del 2018, le estaría ahorrando en inventario a la compañía un monto no inferior a \$ 22.838.841. (Disminución de Unidades Mensual x Horizonte de Planeación (9 meses) x Costo Mantenimiento Unidad).

5.4. Presupuesto

5.4.1. Costos y gastos.

El desarrollo de la propuesta planteada y la ejecución de la misma comprenden un enfoque metodológico que permite generar el menor costo posible en la puesta en producción, con lo cual se detalla a continuación los costos de implementación de cada eje si aplica:

- Distribución en Planta

Dentro de la distribución en planta propuesta, se establecen costos respecto al movimiento de las maquinas dentro de los pisos, así como las diferentes conexiones de luz y gas, definidas así:

- Planta 1: De la planta número 1 de la compañía con la distribución actual, se deben trasladar 5 máquinas (3 Repujadoras, 1 secadora y 1 troqueladora) hacia la planta 3 (Propuesta), este movimiento se ha de efectuar en un lapso de 1 día (8 horas), con la mano de obra de 4 operarios:

$$4 \text{ Operarios} \times \$ 26.041 \text{ (1 día)} = \$ 104.166$$

La propuesta de distribución en planta también define la adecuación en el piso 1 como área de inventario, con lo que es necesario el desmonte de las rejillas del piso 3 y su posterior montaje en el piso 1, definiendo un tiempo requerido de 5 horas y 2 operarios, además del uso de insumos como lo son chazos y tornillos:

$$2 \text{ Operarios} \times 5 \text{ horas} \times \$ 3.255 \text{ (1 hora)} = \$ 32.552$$

$$1 \text{ bolsa de chazos de expansión } 3/8 + \text{ tornillos} \times 50 \text{ unidades} = \$ 6.300$$

- Planta 2: De la planta número 2 se ha de trasladar el horno hacia el piso 4 de la empresa, este movimiento se ha de generaren 1 día (8 horas) con la ayuda de 4 operarios:

$$4 \text{ Operarios} \times \$ 26.041 \text{ (1 día)} = \$ 104.166$$

Adicional al movimiento del horno, es necesario generar el traslado de la conexión de gas natural que posee actualmente la empresa, para este movimiento es necesario detallar aspectos de insumos y mano de obra:

$$25 \text{ metros de tubería para gas} = \$250.000$$

$$14 \text{ codos de tubería para gas} = \$ 28.000$$

$$24 \text{ abrazaderas metálicas} = \$ 15.000$$

1 tubo de soldadura de estaño para tubería de gas = \$ 249.000

Mano de obra traslado conexión de gas: \$ 370.000

La planta 2 de la empresa, también será adecuada como almacén de inventario con lo cual es necesario generar el alistamiento de la misma:

2 Operarios x 5 horas x \$ 3.255 (1 hora) = \$ 32.552

1 bolsa de chazos de expansión 3/8 + tornillos x 50 unidades = \$ 6.300

- Teniendo en cuenta los diferentes conceptos y metodologías propias de la ingeniería industrial, aplicados a lo largo de la propuesta, se plantea la contratación de un practicante universitario (Estudiante de Ingeniería Industrial de 9° a 10° semestre), que fortalezca la implementación de la propuesta a lo largo del horizonte de planeación, generando valor agregado a la temática desarrollada:

Tabla 15

Costos Contratación Mensual Practicante

Costos	%	Valor
Salario		\$ 1.018.674
Auxilio de Transporte		\$ 88.211
Salud	8,50%	\$ 86.587
Pensión	12,00%	\$ 122.241
Arl (Nivel 1)	0,52%	\$ 5.297
Parafiscales	9,00%	\$ 91.681
Prima	8,33%	\$ 84.856
Cesantías	8,33%	\$ 84.856
Intereses Cesantías	1,00%	\$ 10.187
Vacaciones	4,17%	\$ 42.479
Dotación	5,00%	\$ 50.934
Costo Total Aproximado		\$ 1.686.000

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

<https://salariominimo2018colombia.com/cuanto-cuesta-realmente-un-trabajador-con-un-salario-minimo-en-colombia-2018/>

5.4.2. Costos Totales.

Para la implementación de la propuesta es necesario contar con un presupuesto de aproximadamente \$16.372.000, detallado así:

Tabla 16

Costos Totales

Descripción	Valor
Total P-1	\$ 143.018
Total P-2	\$ 1.055.018
Practicante	\$ 15.174.003
Costo Total	\$ 16.372.039

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

5.4.3. Amortización Costo vs Ahorro.

Definido el valor del ahorro – ítem 5.3.5 – y el costo de la puesta en marcha de la propuesta de implementación – ítem 5.4.2 – es indispensable generar la amortización de estos dos rubros, sobre los cuales se identifica una recuperación de la inversión en aproximadamente 7 meses, así mismo y teniendo en cuenta el horizonte de planeación planteado en la propuesta (9 meses) el resultado arrojará un ahorro de más de 6 millones de pesos al final del ejercicio, monto descrito en la tabla 17 Amortización Propuesta.

Tabla 17

Amortización Propuesta

Mes	Costo Propuesta	Ahorro Inventario	Amortización
4	\$ 16.372.039	\$ 2.537.649	-\$ 13.834.390
5	\$ 13.834.390	\$ 2.537.649	-\$ 11.296.741
6	\$ 11.296.741	\$ 2.537.649	-\$ 8.759.092
7	\$ 8.759.092	\$ 2.537.649	-\$ 6.221.443
8	\$ 6.221.443	\$ 2.537.649	-\$ 3.683.794
9	\$ 3.683.794	\$ 2.537.649	-\$ 1.146.145
10	\$ 1.146.145	\$ 2.537.649	\$ 1.391.504

Mes	Costo Propuesta	Ahorro Inventario	Amortización
11	-\$ 1.391.504	\$ 2.537.649	\$ 3.929.153
12	-\$ 3.929.153	\$ 2.537.649	\$ 6.466.802

(Recuperado de: Elaboración Propia - Excel)

6. Conclusiones

Al comienzo del trabajo se plantearon 4 objetivos específicos los cuales se desarrollaron dentro del tiempo establecido en el cronograma, realizando los respectivos ajustes de tiempos que fueron necesarios.

- Los objetivos planteados fueron :
 - Plantear una redistribución en planta de la compañía.
 - Establecer un plan de mantenimiento de la maquinaria e instalaciones de la compañía.
 - Crear el plan maestro de producción, mediante la generación y análisis del MRP y BOM del proceso.
 - Definir costos y ahorro de la aplicación de la propuesta.

Los cuales se realizaron a cabalidad generando una propuesta de cada metodología planteada, dentro del desarrollo de la investigación, también se estableció el presupuesto de la propuesta en el que se incluyen los respectivos costos y gastos en los que se pueden incurrir al implementar la misma.

- Para la distribución de planta se generó una propuesta en la que se aprovecha el espacio existente en la empresa, y se genera una adecuada distribución de los equipos de acuerdo al flujo de procesos del producto, aplicando la metodología SLP.
- Se plantea un plan de mantenimiento preventivo, adecuado específicamente a las necesidades de la empresa y cada máquina, con el cual se busca la prevención de posibles fallas ocasionadas a causa de la falta de revisión de las máquinas.
- Se reduce la cantidad de sobre inventario existente en la empresa para el horizonte de tiempo planteado dentro de la propuesta del PMP, en el cual se puede observar mes a mes la cantidad adecuada de producción y la cantidad de inventario a utilizar del stock existente, para cumplir con el pronóstico de ventas sin incurrir en sobre producción y a su vez sobre inventario.
- Los Costos para el desarrollo de la propuesta planteada y su ejecución comprenden un enfoque metodológico, razón por la cual permite generar el menor costo posible en la realización de la misma.
- Los cambios físicos generados en la propuesta de distribución en planta, se trazan para que su desarrollo no superen 2 días de duración.

- El desarrollo de la propuesta tiene un costo total de \$16.372.039
- Mediante la implementación del PMP se pretende generar un ahorro de durante el horizonte de planeación de \$ 22.838.841
- La implementación de la propuesta en la empresa Balones Milago, objeto de este trabajo tendrá un retorno de la inversión en el mes 7 del horizonte de planeación.

7. Recomendaciones

- La implementación de la propuesta, debería ser guiada por un practicante el cual asiente en desarrollo los conocimientos adquiridos en los estudios de la carrera, deberá ser un practicante de Ingeniería Industrial el cual este familiarizado con las metodologías planteadas y propuestas anteriormente.
- Para el traslado de los equipos para la distribución en planta se puede utilizar el personal de la empresa para no incurrir en gastos de contratación a terceros para realizar estos movimientos de equipos.
- Antes de la implementación de la propuesta, se recomienda compartir la información de los cambios y aspectos de esta a los empleados de la empresa.

8. Referencias

- Boltini, R. (2008). Modelos matemáticos para la optimización de reemplazo preventivo e inspecciones preventivas. In 10mo Congreso Internacional de Mantenimiento y 4to Congreso Trinacional de Mantenimiento. Buenos Aires.
- Calva, R. C. C. Lean Six Sigma TOC. Simplificado. PYMES. Rafael Carlos Cabrera Calva.
- Cariño, R. (2002). Seis Sigma y la capacidad del proceso en proyectos. Boletín IIE, Tendencias tecnológicas. julio-agosto del 2002.
- Carreras, M. R.; García, J. L. S. (2010). Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos.
- Castro, W. A. S.; Tovar, N. J. Justo a tiempo.
- Celis, O. L. M.; García, J. M. S. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. Estudios Gerenciales, 28(124), 23-43.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2000). TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Gestión 2000.
- Duffuaa, S. O. C.; Raouf J. D. (2000). Sistemas de mantenimiento: planeación y control. Limusa.
- Felizzola Jiménez, H.; Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 22(2), 263-277.
- Feo, L. (2015) Normatividad Del Mantenimiento. Trabajo de Especialización en Mantenimiento Industrial. Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Bogotá. Colombia
- Garay, J. A. D., Cicedo, P. F., & Cadavid, L. R. (s.f.) Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing Applying systems thinking to Lean Manufacturing learning. Guía de implementación HI7 para sistemas de notificación obligatoria en salud pública en Colombia 3.
- Garrido, S. G. (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos.

- Gómez L. F. C. (1998). Tecnología del mantenimiento industrial. Universidad de Murcia, España: EDITUM.
- Hay, E. J. C. (1989). Justo a Tiempo (Just in Time): la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva. Norma.
- Kosow, I. L. (1993). Máquinas eléctricas y transformadores. Pearson Educación.
- Melvin N. V. (ED.), 2011, Investigación. Fundamentos y metodología, Naucalpan de Juárez, Estado de México, Pearson Educación de México.
- Ministerio De Trabajo Y Seguridad Social (1979). Resolución 2400. Bogotá. COL.
- Molina, J. (2006). Mantenimiento y seguridad industrial. IMU: Ingeniería municipal, (214), 20-23.
- Morrissey, G. L., Galbraith, J. G., Duffuaa, S. O. C., JOHN DIXON RAOUF, A. B.D. U. L., Antill, J. M. W., RONALD, W.; Munier, N. J. (1996). Planeación táctica produciendo resultados en corto plazo. Prentice-Hall.
- Orcajo, G. A., Cabanas, M. F. Melero, M. G. (1998). Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas. Marcombo.
- Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ ágil. Revista Electrónica Ingeniería Primero ISSN, 2076, 3166.
- Portafolio (2017). Los retos de la economía colombiana en el 2017 | Economía | Portafolio. Bogotá. COL. Recuperado de <http://www.portafolio.co>
- Serna, M. D. A., Montoya, R. A. G.; Uribe, K. C. Á. (2011). Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con six sigma. Boletín de Ciencias de la Tierra, (30), 23-38.
- Wheat, B., Mills, C.; Carnell, M. (2004). Seis sigma: una parábola sobre el camino hacia la excelencia y una; empresa esbelta; Editorial Norma.

Índice de figuras

Figura 1. Mapa Zona Geográfica.	14
Figura 2. Marco Conceptual.	23
Figura 3. Cronograma de Actividades.	27
Figura 4. Cronograma de Actividades – Modelo Para la Distribución en Planta.	28
Figura 5. Cronograma de Actividades – Plan de Mantenimiento.	28
Figura 6. Cronograma de Actividades – Plan Maestro de Producción.	28
Figura 7. Flujograma Análisis Inicial Proceso Balones Milago.	30
Figura 8. Distribución Actual.	31
Figura 9. Área de Relleno, Alistamiento Insumos Relleno.	32
Figura 10. Tabla Relacional de Actividades – Inicial.	33
Figura 11. Diagrama de Relaciones de Actividades.	34
Figura 12. Tabla Relacional de Actividades.	35
Figura 13. Diagrama de Relación de Actividades.	36
Figura 14. Modelo de Espacio Requerido.	39
Figura 15. Flujograma Propuesta.	40
Figura 16. Propuesta Distribución Piso 1.	41
Figura 17. Propuesta Distribución Piso 2.	42
Figura 18. Propuesta Distribución Piso 3.	42
Figura 19. Propuesta Distribución Piso 4.	43
Figura 20. Localización Equipos Piso 1.	45
Figura 21. Localización Equipos Piso 2.	46
Figura 22. Localización Equipos Piso 3.	46
Figura 23. Localización Equipos piso 4.	47
Figura 24. Codificación Equipos.	47
Figura 25. Formato Tarjeta Técnica.	49
Figura 26. Formato Hoja de Vida de la Maquina.	50
Figura 27. Formato Instructivo.	55
Figura 28. Actividades de Mantenimiento.	57
Figura 29. Programa Mantenimiento Preventivo de Equipos.	57

Figura 30. Control Mantenimiento.	57
--	----

Índice de tablas

Tabla 1 Desglose Requerimientos de Espacio	37
Tabla 2 Inventario Áreas.....	38
Tabla 3 Definición de Espacios por Piso	41
Tabla 4 Inventario de los Equipos	44
Tabla 5 Codificación de los Equipos	48
Tabla 6 Relación de Actividades – Eléctricas.....	51
Tabla 7 Relación de Actividades – Cambio y Ajustes.....	52
Tabla 8 Relación de Actividades – Fluidos y Aire	53
Tabla 9 Relación de Actividades – Limpieza	53
Tabla 10 Relación Productos – Referencia.....	58
Tabla 11 Pronostico de Ventas	59
Tabla 12 Bill Of Materials - BFU-01.....	60
Tabla 13 Material Requirement Planning.....	61
Tabla 14 Inventario a Reducir.....	61
Tabla 15 Costos Contratación Mensual Practicante	64
Tabla 16 Costos Totales.....	65
Tabla 17 Amortización Propuesta.....	65

Índice de anexos

Anexo 1 Informe Localización Predio.pdf

Anexo 2 Formatos Plan De Mantenimiento.xlsx

Anexo 3 Guía De Diligenciamiento De Formatos.docx

Anexo 4 Plan de Mantenimiento BM.xlsx

Anexo 5 Plan Maestro De Producción BM.xlsx

Anexo 6 Requerimientos de Espacio.pptx