UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES

Diseño de un sistema de flujo de núcleos hacia el proceso de ensamblaje de pestañas para llantas radiales de camión en Continental Tire Andina

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Producción y Operaciones

Autor:

Diego Alfonso Rodríguez Siavichay

Director:

Pedro José Crespo Vintimilla

Cuenca Ecuador

2013

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado de forma muy especial y afectuosa a mi familia, quienes siempre me mostraron su incondicional apoyo y preocupación dándome la fuerza e inspiración necesaria para avanzar paso a paso en el desarrollo, no sólo de este trabajo de grado, sino de toda mi vida estudiantil.

Dedico también esta tesis a todas aquellas personas, entre ellas profesores y amigos, que intervinieron tanto en mi desarrollo profesional como personal durante cada etapa de formación y estudio, haciendo que cada día se vuelva una experiencia de aprendizaje y aportando con su madurez para así forjar a un profesional íntegro y de valores bien arraigados que pueda aportar al cambio positivo en el país.

Diego

AGRADECIMIENTOS

Desde su inicio hasta su culminación, el desarrollo de esta tesis fue posible gracias al apoyo de varias personas que expresaron su colaboración de forma permanente y enriquecedora y a quienes me gustaría agradecer. Gracias al Ing. Pedro Crespo por su constante participación y dedicación en la revisión capítulo a capítulo de este trabajo y por la formación recibida a través de estos años universitarios.

Gracias a todos los compañeros y colaboradores de la empresa Continental Tire Andina S.A por su contribución con ideas creativas y valiosas que sirvieron de base para la generación de esta tesis. Y finalmente un gran agradecimiento a mi familia por su preocupación y soporte incondicional.

Diego

"DISENO DE UN SISTEMA DE FLUJO DE NÚCLEOS HACIA EL PROCESO DE ENSAMBLAJE DE PESTANAS PARA LLANTAS RADIALES DE CAMIÓN EN CONTINENTAL TIRE ANDINA"

RESUMEN

La elaboración de este proyecto surge de la iniciativa de optimizar el proceso de flujo de núcleos hacia su cliente interno: el proceso de ensamblaje de pestañas, siendo núcleos y pestañas partes constituyentes de un neumático. El desarrollo del proyecto se realiza en la planta de producción de llantas "Continental Tire Andina" y busca mejorar la interacción entre procesos de la cadena productiva así como promover una filosofía de mejora continua. Para mejorar el flujo de núcleos se realizó la observación directa de las variantes que influyen en este proceso y se determinaron los requerimientos de su cliente interno para así contar con los parámetros necesarios para proceder al diseño de una estructura que optimice esta actividad. Luego se estableció la aplicación de metodologías Lean Manufacturing haciendo posible la optimización en la sucesión de actividades dentro de la cadena productiva.

Palabras claves: Neumáticos, núcleos, pestañas, mejora continua, cliente interno, Lean Manufacturing, cadena productiva.

Ing. Pedro Crespo
Director de Escuela IPO

Diego Rodríguez
Autor del trabajo de grado

Ing. Pedro Crespo
Director del trabajo de grado

ABSTRACT

"DESIGN OF A BEAD FLOW SYSTEM TOWARDS THE ASSEMBLY PROCESS OF APEX FOR TRUCK RADIAL TIRES AT CONTINENTAL TIRE ANDINA"

The development of this project arises from the initiative for optimizing the bead flow process towards its internal customer: the apex assembly process; being beads and apex essential parts of a tire.

The application of the project is done at *"Continental Tire Andina"*, a tire production plant. It seeks to improve the interaction between chain productive processes, as well as to promote the philosophy of continuous improvement.

In order to improve the bead flow, a direct observation of the variants that influence this process was carried out. The requirements for its internal customer were determined; having this way, the parameters needed for the design of a structure to optimize this activity.

Then, the application of Lean Manufacturing methodologies was set, enabling the optimization in the sequence of activities within the production chain.

Key Words: Tires, beads, apex, continuous improvement, internal customer, Lean Manufacturing, production chain.

Ing. Pedro Crespo V
Director
Production Engineering School

Diego Rodriguez
Author

Ing. Pedro Crespo V
Thesis Director

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
DPTO. IDIOMAS

Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria……………………………………………………………………………..ii

Agradecimientos...iii

Resumen.. ……………………………………………………………………………..iv

Abstract………………………………………………………………………......................v

Índice de contenidos...vi

Índice de tablas……………………………………………..……………..……..x

Índice de figuras………………………………………………………………..…..xi

Índice de Anexos…………………………………………………………..…..xiv

INTRODUCCIÓN...1

CAPÍTULO I: CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A

1.1. La Empresa.. 2
  1.1.1. Ubicación 3
  1.1.2. Rumbo Estratégico 4
  1.1.3. Políticas, indicadores y objetivos de la organización.................... 4
  1.1.4. Organigrama general 4
  1.1.5. Distribución de la Planta 5
1.2. Proceso de producción de llantas. 5
  1.2.1. Proceso de mezclado 7
  1.2.2. Calandrado 9
  1.2.3. Extrusión 10
  1.2.4. Cortado 10
  1.2.5. Pestañas 11
  1.2.6. Construcción.. 12
  1.2.7. Vulcanización.. 13
  1.2.8. Acabado Final 13
1.3. Productos... 14
1.4. Gestión de Recursos Humanos.. 14
1.5. Seguridad Industrial y Medio Ambiente 16
  1.5.1. Medio Ambiente.. 16

1.5.2. Desechos sólidos y/o residuos sólidos: 17
1.6. Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de Continental 18
1.7. Sistema de Producción. 18
1.8. Gestión de Calidad 18

CAPÍTULO II: LEAN MANUFACTURING

2.1. Generalidades. 20
2.2. Origen…... 21
2.3. Principios… 22
2.3.1. Especificar Valor 22
2.3.2. Identificar la Cadena de Valor 22
2.3.3. Flujo 23
2.3.4. Halar 24
2.3.5. Perfección 24
2.4. Beneficios de Lean Manufacturing 25
2.5. Herramientas Lean de interés 25
2.5.1. Kanban 25
2.5.1.1. Principios 26
2.5.1.2. Método de Aplicación 26
2.5.1.3. Beneficios 27
2.5.2. First in, first out “FIFO” 27
2.5.2.1. Principios 27
2.5.2.2. Método de aplicación 28
2.5.2.3. Beneficios 28
2.5.3. Just in time 29
2.5.3.1. Principios 29
2.5.3.2. Método de aplicación 29
2.5.3.3. Beneficios 30
2.6. Conclusiones. 31

CAPÍTULO III: PROCESOS DE ELABORACIÓN DE NÚCLEOS Y PESTAÑAS

3.1. Introducción 32
3.2. Pestañas (bead) 32
3.3. Núcleos 34
3.4. Diagrama de flujo del proceso de producción de pestañas 36
3.5. Capacidades 37
3.5.1. Takt time 38
3.5.2. Capacidad en Hexabead 41
3.5.3. Capacidad en Apex 42
3.6. Análisis de la situación actual 42
3.6.1. Colchón de inventario 43
3.6.2. Defectos en calidad de núcleos. 45
3.6.3. Layout Hexabead 46
3.6.4. Observaciones en el sistema de almacenamiento de núcleos 48
3.6.5. Árbol de problemas en la producción de núcleos 49

CAPÍTULO IV: SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE NÚCLEOS Y PESTAÑAS.

4.1. Introducción. 50
4.2. Valor para el cliente interno 50
4.2.1. Takt time en Hexabead y Apex 53
4.3. Análisis del sistema de almacenamiento de núcleos. 54
4.4. Dimensiones físicas en el área de almacenamiento de núcleos. 59
4.5. Diseño de una estructura de flujo de núcleos y su ubicación en planta. . 60
4.5.1. Componentes y funcionamiento del Conveyor. 61
4.5.2. Diseño de Conveyor para flujo de núcleos. 65
4.5.3. Planos de Conveyor de flujo de núcleos. 69

CAPÍTULO V: HERRAMIENTAS LEAN EN EL FLUJO DE NÚCLEOS.

5.1. Introducción 70
5.2. FIFO……...…….70
5.2.1. Método FIFO en el flujo de núcleos..... 72
5.2.2. Fichas de identificación..... 75
5.3. Kanban y Just-in-time en el flujo de núcleos. 78
5.3.1. Método Kanban en núcleos: 79
5.3.2. Just-in-time..... 83

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……..……85

BIBLIOGRAFÍA…….…….....89

ANEXOS……..…….....….91

ÍNDI CE DE TABLAS

Tabla 1.1 Materia Prima..... 7
Tabla 3.2 Capacidad Hexabead. 41
Tabla 3.3 Capacidad Apex. 42
Tabla 3.4 Colchón de Inventario Pestañas. 44
Tabla 3.5 Demanda vs Capacidad de Hexabead. 44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Continental Tire Andina S.A. 3
Figura 1.2 Organigrama General..... 4
Figura 1.3 Campos Industriales..... 5
Figura 1.4 Composición Porcentual del neumático 6
Figura 1.5 Ingreso de la materia prima en los molinos mezcladores. 8
Figura 1.6 Molino. 8
Figura 1.7 Calandria. 9
Figura 1.8 Proceso de Calandrado. 9
Figura 1.9 Tubera Doble - Producción de rodamientos. 10
Figura 1.10 Recubrimiento de alambre con caucho. 11
Figura 1.11 Rollos de breaker de acero. 11
Figura 1.12 Engomado de cables de acero. 12
Figura 1.13 Pestañas. 12
Figura 1.14 Construcción de llantas. 12
Figura 1.15 Proceso de vulcanización. 13
Figura 1.16 Máquina T.U.G ensayos de uniformidad y geometría de llantas. 14
Figura 1.17 Mapa de proceso de recursos humanos: selección y formación 15
Figura 1.18 Ejemplo de Procedimiento de Seguridad para ayudante de Mixer. 16
Figura 1.19 Tipos de desechos. 17
Figura 1.20 Desechos biodegradables. 17
Figura 1.21 Carta de control individual. 19
Figura 2.1 Rack de almacenamiento FIFO 28
Figura 3.1 Sección Transversal de un neumático. 32
Figura 3.2 Componentes de una pestaña. 33
Figura 3.3 Pestañas terminadas. 33
Figura 3.4 Núcleo terminado. 34
Figura 3.5 Carrete armado. 34
Figura 3.7 Tambor de conformación de núcleos. 35
Figura 3.8 Diagrama de flujo de proceso de pestañas. 36
Figura 3.9 Requerimientos de producción definidos por ventas. 37
Figura 3.10 Tiempo de caducidad. 45
Figura 3.11 Obsolescencia en núcleos. 46
Figura 3.12 Pérdida de adhesión del alambre engomado. 46

Figura 3.13 Layout Hexabead. 46
Figura 3.14 Movimiento del operador. 47
Figura 3.15 Rack de almacenamiento de núcleos. 47
Figura 3.16 Núcleos no utilizados en el rack. 48
Figura 3.17 Árbol de problemas en el proceso de producción de núcleos. 49
Figura 4.1 Capacidad Apex. 52
Figura 4.2 Capacidad Hexabead. 52
Figura 4.3 Rollos de alambre cargados en carretes. 53
Figura 4.4 Layout área de almacenamiento de núcleos producidos en Hexabead. 54
Figura 4.5 Operador calibrando el sistema de extracción de núcleos. 54
Figura 4.6 Núcleos almacenados en estructura de cuatro brazos móviles. 55
Figura 4.7 Movimientos realizados por el operador para almacenar núcleos en los racks. 55
Figura 4.8 Rack de almacenamiento de núcleos. 56
Figura 4.9 Vista frontal racks de almacenamiento de núcleos. 57
Figura 4.10 Núcleos SCRAP por obsolescencia. 57
Figura 4.11 Altura del pin superior de almacenamiento. 58
Figura 4.12 Plano del Área de almacenamiento de núcleos 59
Figura 4.13 Delimitación de espacio a utilizar para el diseño. 60
Figura 4.14 Conveyor para el flujo de ruedas en industria automotriz. 61
Figura 4.15 Componentes del drive. 62
Figura 4.16 Cadena de transmisión. 62
Figura 4.17 Dientes de transmisión del drive 63
Figura 4.18 Sujeción de la cadena principal al drive. 63
Figura 4.19 Pista y cadena principal. 63
Figura 4.20 Pista. 64
Figura 4.21 Unidades de control de velocidad y movimiento. 64
Figura 4.22 Diseño en planta de Conveyor de núcleos. 65
Figura 4.23 Eje móvil y conveyor. 66
Figura 4.24 Diseño de Conveyor para flujo de núcleos en planta. 66
Figura 4.25 Diferencias en espacio físico - movimientos del operador para almacenar núcleos 67
Figura 4.26 Conveyor de flujo de núcleos 68
Figura 4.27 Vista en 3D Conveyor de flujo de núcleos 698
Figura 4.28 Elevaciones 689
Figura 5.1 Vista posterior del diseño Eje móvil – Conveyor. 71

Figura 5.2 Movimiento de pines del conveyor. 71
Figura 5.3 Unidades de control. 72
Figura 5.4 Ubicación de unidades de control del conveyor para operadores de Apex y Hexabead. 72
Figura 5.5 Caducidad del producto. 73
Figura 5.6 Núcleos obsoletos. 73
Figura 5.7 Método de almacenamiento de núcleos. 74
Figura 5.8 Eje móvil. 74
Figura 5.9 Identificación de pines de almacenamiento. 75
Figura 5.10 Numerado Pin de almacenamiento con ficha. 75
Figura 5.11 Número de pines en el conveyor. 76
Figura 5.12 Movimiento del operador de Apex para llevar núcleos hacia su área. 77
Figura 5.13 Colocación de fichas en el tablero FIFO. 78
Figura 5.14 Determinación de producción al inicio del turno. 80
Figura 5.15 Fichas para FIFO Hexabead - Apex. 81
Figura 5.16 Tablero Kanban Hexabead. 81
Figura 5.17 Tablero Kanban. 82
Figura 5.18 Producción según Kanban. 83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A-1. Estructura de flujo: Elevación frontal y lateral. 91
Anexo A-2. Estado actual de Planta 92
Anexo A-3. Diseño de estructura de flujo en planta. 93
Anexo A-4. Diseño de estructura de flujo: Vista lateral y frontal. 94
Anexo A-5. Vistas en 3D: Diseño de estructura de flujo de núcleos. 95

Rodríguez Siavichay Diego Alfonso

Trabajo de graduación

Pedro José Crespo Vintimilla

Noviembre 2013

"DISEÑO DE SISTEMA DE FLUJO DE NÚCLEOS HACIA EL PROCESO DE ENSAMBLAJE DE PESTAÑAS PARA LLANTAS RADIALES DE CAMIÓN EN CONTINENTAL TIRE ANDINA"

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo se enfoca en optimizar el sistema de almacenamiento y flujo de núcleos hacia el cliente interno manejado actualmente en la planta de producción de neumáticos "Continental Tire Andina S.A" para así reducir desperdicios y potenciar las actividades que generan valor; para esto se proponen bases de conocimientos y métodos correspondientes a la filosofía Lean Manufacturing. Esta optimización involucra el diseño de una nueva estructura de almacenamiento que reemplaza a la actual y cuya característica principal es la de añadir dinámica al sistema para un flujo continuo de producto.

Antes de diseñar esta estructura se analizarán las necesidades de producción y calidad del cliente interno del proceso de núcleos para así contar con una visión clara de lo que se quiere lograr. Como paso final, se definirán los métodos Kanban y First in, first out para la producción y almacenamiento de núcleos, ambos sustentados en Lean Manufacturing.

CAPÍTULO I

CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A

1.1. La Empresa

Continental Tire Andina es una empresa especializada en el diseño, producción y comercialización de diversos tipos de llantas, tanto para vehículos livianos como de transporte pesado. Continental cuenta con la única planta de producción de llantas en el Ecuador, misma que está ubicada en la ciudad de Cuenca. Ésta institución se ha convertido en una de las empresas de mayor inversión y crecimiento de la ciudad y del país, además de constituirse en fuente de empleo para más de mil empleados y trabajadores.

Al hablar de la historia de la empresa, ésta inicia hace cincuenta y un años con capital netamente nacional, luego amplía su infraestructura con la presencia internacional de General Tire de Estados Unidos y, finalmente, da un enorme salto involucrándose con el grupo Continental Tire de Alemania. Esta compañía representa a toda la región andina la cual está conformada por Ecuador, Colombia, Chile, Venezuela, Perú y Bolivia. Su área comercial se encuentra en la ciudad de Quito (Ecuador) y la fábrica en la ciudad de Cuenca. Continental Tire Andina S.A. cuenta actualmente con clientes de equipo original en Ecuador y Colombia.

Cabe acotar que el término Equipo Original es utilizado para hacer referencia a las llantas que irán a las ensambladoras de vehículos, es por esto que estos neumáticos pasan por los filtros más rigurosos de control de calidad, se consideran llantas de clase Premium. Estos clientes de equipo original son principalmente grandes ensambladores de vehículos y distribuidores en los países de: Ecuador, Colombia, Perú, Venezuela y Bolivia.

Entre los clientes de Equipo Original con los que cuenta están: General Motors Ecuador, General Motors Colombia, AYMESA (Quito) y MARESA (Quito). Además de las llantas de "Equipo Original" tenemos también las llantas de "Reposición" que son aquellas que pasan por filtros menos exigentes de control de calidad, y son llantas que irán hacia las distribuidoras. Entre los clientes del mercado de reposición están: Moya Baca Tires, Tecnillanta S.A., Importadora Andina, Tecniguay, Tecfaroni, Frenoseguro, Tedasa, Motricentro Eljuri entre otros.

La empresa para suplir sus necesidades de materias primas y buscando calidad, oportunidad en entrega, cantidad y precio, elige sus proveedores que son aprobados por la casa matriz. Los puestos de trabajo directo generados por la compañía, a diciembre de 2012, son de: 851 obreros en planta y 309 empleados de oficinas; en suma un total de 1160 puestos de trabajo.

1.1.1. Ubicación

La planta productiva de Continental se encuentra ubicada en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Su dirección es: Panamericana norte km 2,8; en el sector del parque industrial de la ciudad. Continental se constituye como la única empresa de producción de neumáticos en funcionamiento dentro del territorio nacional.

Figura 1.1: Continental Tire Andina S.A

Fuente: www.googleearth.com, acceso: 12 de enero de 2013

1.1.2. Rumbo Estratégico

Misión: Trabajar en equipo con entusiasmo y compromiso.

Visión: Ser la compañía modelo en Latinoamérica en manufactura y comercialización de productos automotrices.

Valores: Respeto, Ética, Responsabilidad, Disciplina.

1.1.3. Políticas, indicadores y objetivos de la organización

- Producir y comercializar neumáticos con tecnología innovadora y niveles de calidad que superen las exigencias de nuestros clientes.
- Cuidar la seguridad y salud de los colaboradores y promover un medio ambiente sostenible.
- Ofrecer un ambiente de trabajo, donde el aprendizaje, el mejoramiento continuo y la optimización de los recursos son nuestra forma de vida.
- Cumplir con los requisitos, legales y reglamentarios aplicables a nuestros procesos y productos.

1.1.4. Organigrama general

Figura 1.2: Organigrama General

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de Continental Tire Andina, acceso: 10 Enero 2013

1.1.5. Distribución de la Planta

Las instalaciones de la planta abarcan una extensión de 40300 metros cuadrados; sin embargo, debido al constante incremento de la demanda de llantas en el mercado se proyecta ampliar la infraestructura de la fábrica en los próximos años. La planta está distribuida según áreas de producción; es así que en la empresa existen distintos tipos de departamentos en cada uno de los cuales se realizan diferentes procesos; por ejemplo: el departamento de preparación de materiales es el encargado de proveer las distintas partes del neumático al departamento de construcción de llantas, el cual es el encargado de ensamblar o armar la llanta teniendo ya las diferentes partes.

1.2. Proceso de producción de llantas

Cada parte integrante de un neumático ha sido elaborada a partir de una materia prima específica, estas materias primas se derivan de otras industrias, es así que el proceso industrial de producción de llantas involucra la participación de cuatro industrias. Estas industrias son:

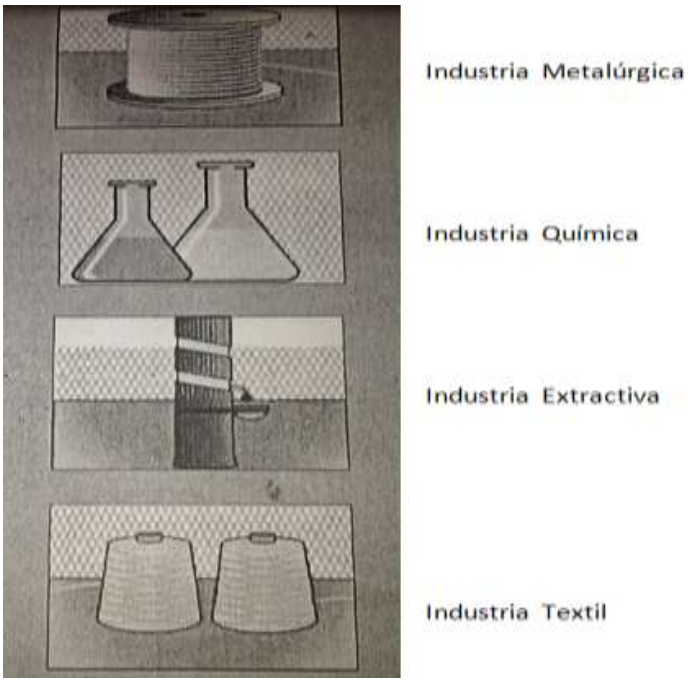


Figura 1.3: Campos Industriales

Figura 1.4: Composición Porcentual del neumático

Fuente: Departamento de Industrialización del producto de Continental Tire Andina, acceso: 12 enero de 2013

1. Caucho natural 29,7 %
2. Caucho sintético 4,7 %
3. Caucho butílico 3,7%
4. Productos químicos 38,2%
5. Alambre de acero 6,0%
6. Telas de nylon 0,6%
7. Lonas de acero 17,1%

La producción de un neumático abarca el desarrollo de múltiples procesos internos que son los encargados de transformar la materia prima en las distintas partes que componen la llanta. La llanta una vez ensamblada tiene que seguir el proceso de transformación para convertirse en el producto terminado que irá a las carreteras. Los procesos que se desarrollan dentro de la planta de Continental se detallan a continuación:

1.2.1. Proceso de mezclado

El primer proceso que se desarrolla en la planta es el de Mezclado de la materia prima. En la siguiente tabla se detallan todas las substancias y elementos que forman parte de la materia prima, misma que luego de ser recibida en la bodega de producto tiene que pasar a integrar los procesos que se desarrollan en la planta.

MATERIA PRIMA	
CAUCHOS	
Natural	Proveniente de Santo Domingo de los Colorados y Malasia.
Sintético	Estireno –Butadieno.
CARGAS	
Reforzantes	Negro de Humo, Sílice
No reforzantes	Carbonato, Caolín, Recuperado.
OTROS	
Pigmentos	Orgánicos, Inorgánicos.
Plastificantes	Aromáticos, Nafténicos, Parafínicos.
Acelerantes	Ultrarrápidos, rápidos Moderados, lentos, Inhibidores.
Vulcanizantes	Azufre: Sincronizado, Donadores de azufre

Tabla 1.1: Materia Prima

Fuente: Departamento de Industrialización del producto de Continental Tire Andina, acceso: 12 de enero de 2013

En el departamento de mezclado son producidas las diferentes mezclas de caucho que irán a los diversos procesos que se realizan en la planta. Al llegar al departamento, la materia prima pasará a ser procesada a través de grandes molinos o mezcladores, los cuales son los encargados de incorporar, integrar y homogenizar los diferentes ingredientes que entran en los molinos. Como cada etapa del proceso, se debe seguir un procedimiento técnico en donde consta: el orden de agregación de los componentes, las condiciones del proceso, tiempo, temperaturas, potencia y presiones.

Figura 1.5: Ingreso de la materia prima en los molinos mezcladores

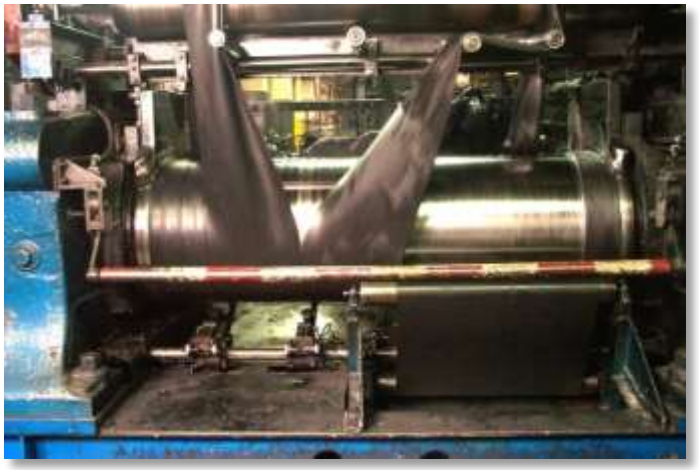


Figura 1.6: Molino

Las mezclas finales de caucho pasarán a ser utilizados en los procesos de: Calandrado, Extrusión, Pestañas y Cortado. Estos procesos derivan todas las partes y componentes que formarán parte de un neumático y servirán de distintas maneras para el desempeño del mismo en carretera.

1.2.2. Calandrado

En esta sección fibras textiles de nylon y poliéster son recubiertas por caucho, esto tiene lugar en una máquina denominada "Calandria". La calandria es la encargada de extruir caucho y luego cubrir a hilos de nilón dispuestos en ángulos específicos según la geometría que se quiera dar al neumático.

Figura 1.7: Calandria

Figura 1. 8: Proceso de Calandrado

1.2.3. Extrusión

El proceso de extrusión produce la mayoría de componentes de la llanta, constituyéndose en un paso de suma importancia para la correcta continuidad, calidad y fluidez de todo el aspecto productivo. La extrusión consiste en un proceso de formado, en el cual las diferentes mezclas de caucho adquieren diferentes tamaños y secciones transversales por efecto del paso de estas mezclas a través de extrusoras de distintos perfiles. En este proceso el caucho se calienta en molinos a alta temperatura y a través de equipos adaptados a especificaciones se realiza la mayoría de los componentes de la llanta: Rodamientos[1], *Shoulder Cushion, Bead Cushion*, y laterales.

Figura 1.9: Tubera Doble - Producción de rodamientos

1.2.4. Cortado

En el área de cortado son producidas capas de cinturones de acero, más conocidas como "breaker de acero". El breaker está constituido por cordones de acero recubierto por caucho y su función es la de proporcionar estabilidad de conducción, reducción de la resistencia al rodamiento y la prolongación de la vida del neumático. El breaker restringe la dilatación de la carcasa e incrementa la resistencia estructural del neumático.

[1] Rodamiento: Parte de la llanta que estará en contacto con la carretera y ha de proporcionar alta resistencia al desgaste y un buen agarre en todo tipo de superficies.

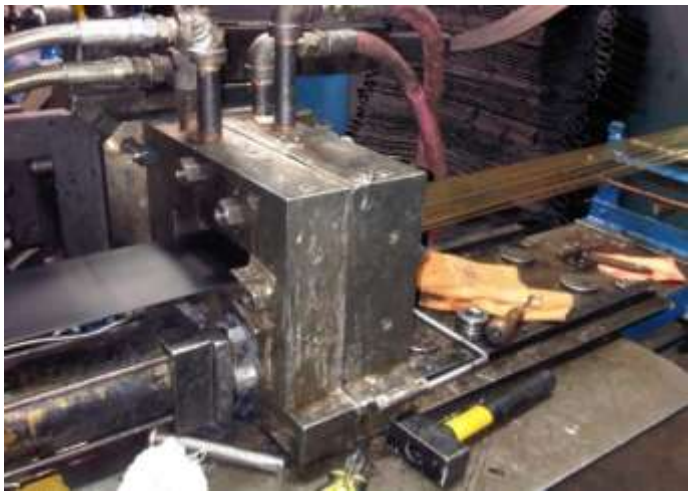


Figura 1.10: Recubrimiento de alambre con caucho

Figura 1.11: Rollos de breaker de acero

1.2.5. Pestañas

El proceso de elaboración de pestañas consiste en el engomado de cables de acero, la pestaña dentro de la llanta garantiza el ajuste firme y seguro del neumático en el aro. La pestaña para la llanta en funcionamiento constituirá la estructura base y soporte de todos los demás componentes.

Figura 1.12: Engomado de cables de acero

Figura 1.13: Pestañas

1.2.6. Construcción

Por construcción se entiende el ensamblaje de las partes individuales de la llanta. Este ensamblaje se realiza en dos etapas. La primera etapa consiste en la elaboración de la carcasa o parte interna de la llanta conformada por pestañas y pliegos y en la segunda etapa se colocan los breakers de acero y el rodamiento en la carcasa.

Figura 1.14: Construcción de llantas

Las llantas construidas ensambladas hasta este punto se conocen con el nombre de llantas verdes, término que se utiliza para referirse al neumático antes de vulcanizarse. Las llantas "verdes" están en caucho en estado "plástico" el mismo que es deformable.

1.2.7. Vulcanización

La vulcanización es el proceso mediante el cual el caucho pasa del estado plástico al elástico bajo la acción de una mezcla de temperatura y presión. Las llantas entran a vulcanizarse en máquinas denominadas prensas, las cuales cumplen el papel de hornos para llantas.

Figura 1.15: Proceso de vulcanización

1.2.8. Acabado Final

En el área de acabado final se realizan diferentes inspecciones del producto. Además de inspecciones visuales, las llantas son sometidas a varias pruebas para garantizar la calidad final del producto, como por ejemplo pruebas de rayos X en donde se puede observar la estructura interna de las llantas.

Figura 1. 2: Máquina T.U.G ensayos de uniformidad y geometría de llantas

1.3. Productos

Continental cuenta con dos líneas principales de productos: llantas PLT "Passenger and Light Truck Tires" (llantas pasajeros y camioneta) y llantas CVT "Commercial Vehicle Tires" (llantas de vehículos comerciales). Estas líneas cuentan con responsables definidos de cada rama.

1.4. Gestión de Recursos Humanos

Para el desarrollo de las actividades, la empresa cuenta con una planta de personal adecuadamente seleccionado de acuerdo al perfil del cargo definido y a la necesidad de competencia.

Personal Administrativo: 309 personas

Personal Obrero: 851 personas

Para el reclutamiento del personal se utilizan los medios de comunicación, como prensa escrita y radio. Una vez receptadas las carpetas de los solicitantes, se eligen a los más adecuados en base a sus capacidades, conocimientos, destrezas, habilidades, etc. quienes pasarán a entrevistarse con el jefe de selección de personal. Luego de la entrevista, el jefe de selección de personal determinará quién o quienes se quedarán en la compañía.

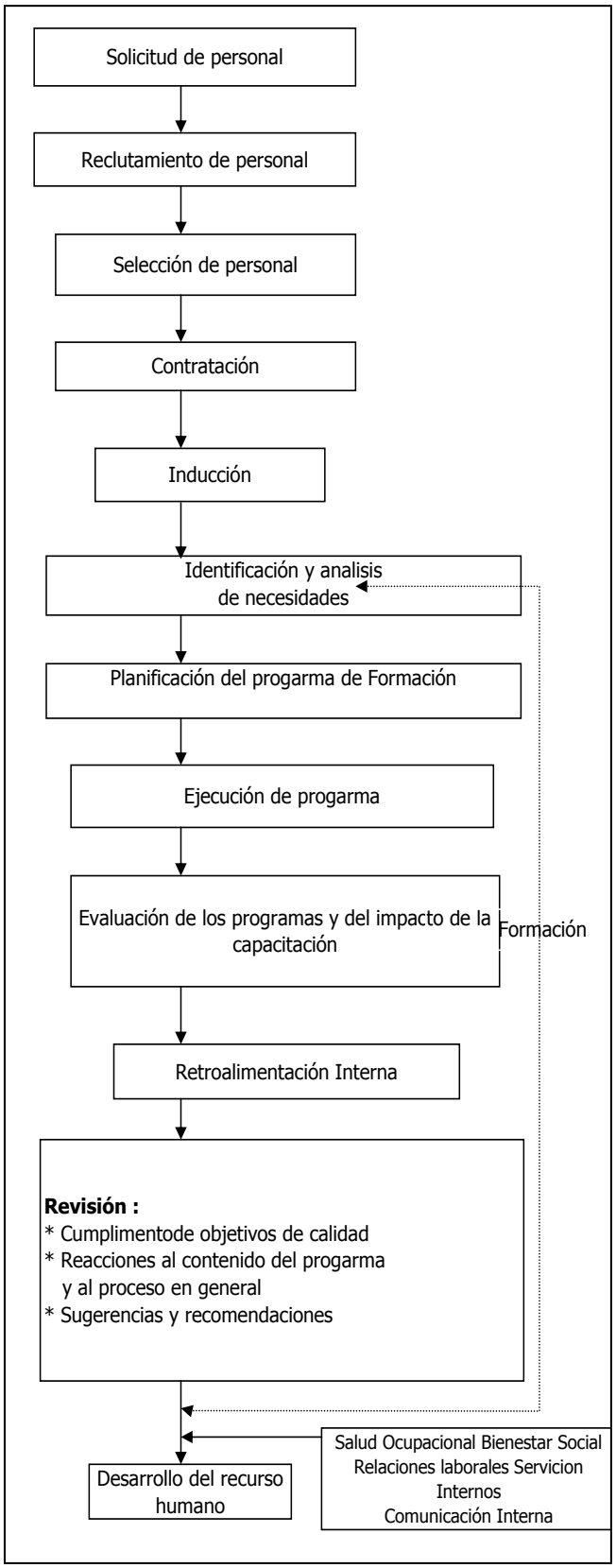


Figura 1. 3: Mapa de proceso de recursos humanos: selección y formación

Fuente: Manual de Gestión de Calidad 2010, acceso: 20 de enero de 2013

1.5. Seguridad Industrial y Medio Ambiente

La empresa cuenta con un departamento de Seguridad Industrial, cuya función es buscar el bienestar físico y mental de trabajadores y la preservación del medio ambiente. Algunos riesgos que enfrentan los trabajadores en el ejercicio de sus actividades diarias son: riesgos específicos por contacto, riesgos químicos debido al alto porcentaje de gases, humos, vapores que se producen en el proceso, riesgos mecánicos por puntos peligrosos, guardas de protección, frenos, etc. La labor de Seguridad Industrial se basa y está sujeta a las normas OSHA 18000. Actualmente se cuenta con dispositivos de seguridad para maquinarias, además de equipos de protección personal como guantes, zapatos de punta de acero, gafas, etc.

Figura 1. 4: Ejemplo de Procedimiento de Seguridad para ayudante de Mixer.

Fuente: Departamento de Seguridad Industrial, acceso: 20 de enero de 2013

1.5.1. Medio Ambiente

Es todo aquello que nos rodea, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, y todos los seres humanos que integran la delgada capa de la tierra llamada biosfera, sustento y hogar de todos los seres vivos. El medio ambiente puede contaminarse por diversas causas, como deshechos que dañan su composición.

1.5.2. Desechos sólidos

Dentro de los tipos de desechos tenemos: los especiales, que son aquellos que por su cantidad, peso, volumen, u otras características requieren de un manejo diferenciado, como chatarra, muebles, desechos industriales, etc.; los peligrosos: son residuos, que por sus características corrosivas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas, irritantes, representan un peligro para los seres vivos o el ambiente, por ejemplo residuos o desechos de aceites grasas o lubricantes usados; y los residuos y desechos de construcción y escombros que son aquellos que se generan por las actividades de construcción tales como movimientos de tierras, demoliciones, excavaciones, restauraciones y otras, incluyéndose a los restos de cerámicos y similares. (F. Vásquez, 2010)[2]

Figura 1. 5: Tipos de desechos

Figura 1. 6: Desechos biodegradables

[2] Vázquez, Fabián, Gerencia de Desarrollo Organizacional y Capacitación, Cuenca- Ecuador, 2011, p.5-6.

1.6. Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de Continental

La política de seguridad, salud y medio ambiente de la empresa contempla los siguientes factores: cuidar la seguridad y salud de los colaboradores, promover un medio ambiente sostenible y ofrecer un ambiente de trabajo, donde el aprendizaje, el mejoramiento continuo y la optimización de recursos son una forma de vida.

1.7. Sistema de Producción

Las operaciones en planta son realizadas en centros de trabajo o células productivas que ocupan áreas definidas; en estas células se realizan operaciones afines o similares, por ejemplo dentro del área de preparación de materiales se agrupan todas las máquinas que producen las partes o materiales para el posterior ensamble de la llanta. El procesamiento de órdenes de producción requiere de una planeación y control detallado de lo que se requiere producir, para esto se maneja un sistema llamado Curing Lay Out, que es básicamente un cronograma definido en base a la demanda de ventas mensuales para cada tipo de llanta. En este cronograma se visualizan los requerimientos para cada día del mes de todos los tipos de llantas.

1.8. Gestión de Calidad

La empresa cuenta con un departamento encargado de la Gestión de la Calidad, el cual tiene la responsabilidad de cumplir con los requerimientos planteados en documentos llamados QMD’s (Quality Measurement Data) los cuales son los que indican las especificaciones que se deberá cumplir en el proceso productivo para la fabricación de llantas, además inspeccionar y controlar que la calidad de los neumáticos sea aceptada y así cubra las pruebas a los que serán sometidos, y por ultimo pero no menos importante evitar al máximo el desperdicio de material o control de scrap.

Este departamento maneja índices que deben ser cumplidos tanto semestral como anualmente, estos son: costos de no calidad, satisfacción del cliente, rentabilidad, productividad, cumplimiento ventas netas, entre otros. A continuación se muestra un ejemplo de Carta de Control que es parte del manejo para control estadístico de procesos el cual indica de manera gráfica las desviaciones por incumplimiento de las especificaciones.

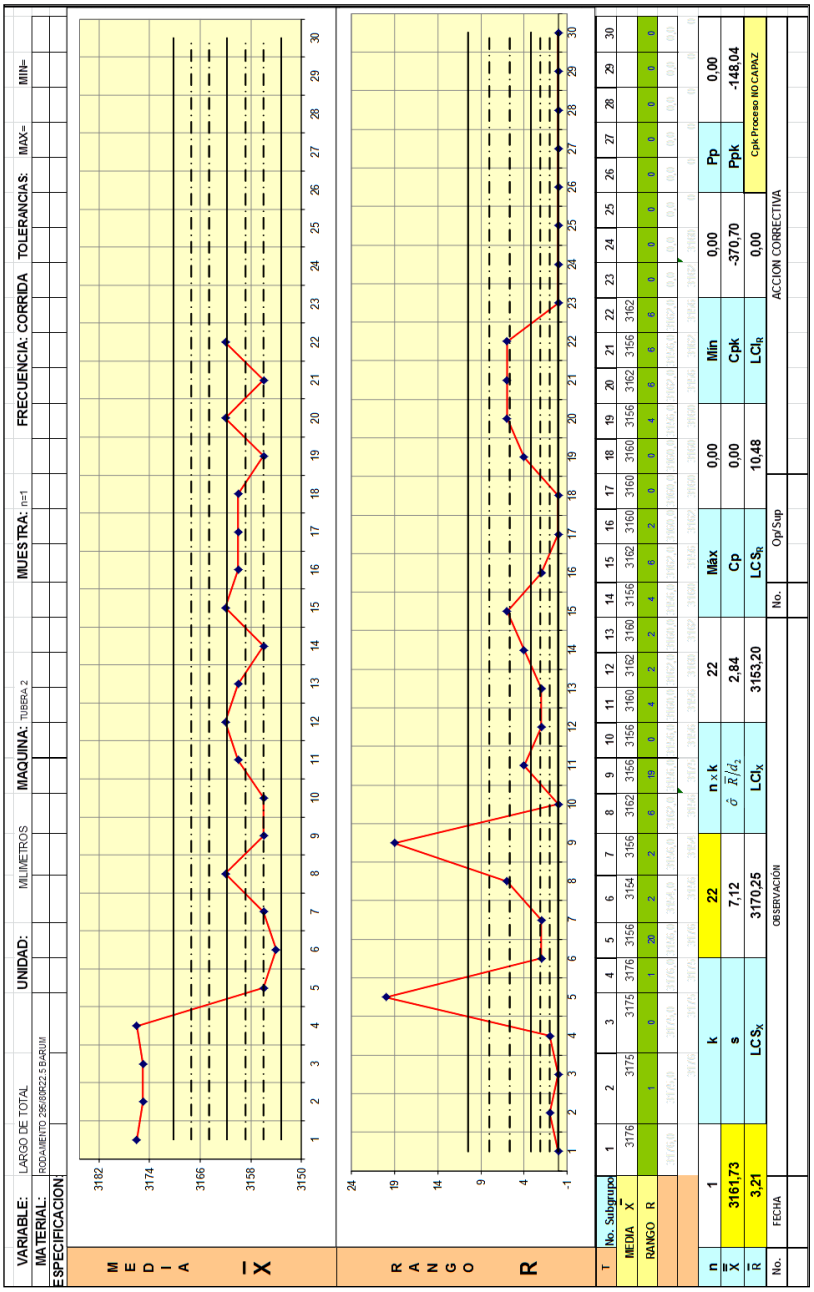


Figura 1.21: Carta de control individual.

Fuente: Departamento de Calidad, acceso: 25 de enero de 2013

CAPÍTULO II

LEAN MANUFACTURING

2.1. Generalidades

Lean Manufacturing es una filosofía nacida en Japón, específicamente en las plantas productoras de automóviles de Toyota; engloba una serie de principios, herramientas y metodologías aplicadas a mejorar cualquier proceso productivo o de servicios. Esta mejora involucra la reducción de los desperdicios que se generan en cada paso del proceso.

Dentro de Lean, a los desperdicios se los denomina "*Muda".* Muda es una palabra en japonés que hace referencia a cualquier actividad humana que utiliza recursos pero que no genera ningún valor, por ejemplo: mala calidad de producción, productos que requieren rectificación, inspecciones extras en la línea del producto, producción de ítems o partes no solicitadas que generan un aumento de inventarios, procesos que no se necesitan, movimientos de partes, piezas y productos de un lugar a otro sin ningún propósito, etc.

Lean Manufacturing es un poderoso antídoto para todo lo que origina Muda. Conociéndolo a fondo, Lean nos muestra la vía para especificar y definir el concepto de valor dentro de una compañía, organizar en la mejor secuencia las actividades que generan valor, conducir estas actividades sin interrupciones y mejorar los procesos de forma continua. En pocas palabras Lean nos muestra el camino para hacer más con menos, menos: esfuerzo, equipos, espacio y tiempo. Lean Manufacturing además provee un camino para hacer al trabajo más satisfactorio a través de retroalimentaciones inmediatas de todo esfuerzo para convertir Muda en valor.

2.2. Origen

El nacimiento del concepto "Lean" fue en Japón dentro de las plantas automovilísticas de Toyota en los años cuarenta: El sistema productivo de Toyota se basaba en el deseo de producir en un flujo continuo y constante, el cual no diera lugar a atrasos ni confiara en altos inventarios para ser eficiente; se basaba en la noción de que tan sólo una pequeña fracción del tiempo total de producción agregaba valor al producto y al consumidor.

Esta ideología fue claramente opuesta a lo que se hacía en Occidente, en donde la producción en masa se basaba en planeaciones de requerimientos de materiales (MRP) al mismo tiempo que eran desarrollados modernos y complejos sistemas computarizados. Esta producción en masa fue concebida y desarrollada por Henry Ford, y se sustentaba en largas líneas de altos volúmenes de producción con mínimos cambios.

Taiichi Ohno empezó a trabajar en el sistema de producción de Toyota o Toyota Production System (TPS) en los años cuarenta y continuó su labor de desarrollo hasta el término de los años ochenta, ya con la ayuda de los avances tecnológicos y computacionales. En 1970 Toyota había aplicado el concepto "Lean" tanto a sus líneas de proveedores como de distribución.

El término "Lean Manufacturing" tiene su origen en los años noventa luego de que dos autores: J.P Womack y Daniel Jones, publicaran los libros: "The machine that changed the world" (Womack, 1990) y "Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your organization (Womack and Jones, 1996) recopilando todas las nociones, herramientas, razonamientos y lo más importante la ideología creada en las plantas de Toyota sobre la eliminación de desperdicios, flujo y mejora contínua de cualquier proceso, estos investigadores no fueron los únicos pioneros en la materia, pero sí los que consiguieron hacer llegar la filosofía lean a través de sus libros.

2.3. Principios

El pensamiento Lean se fundamenta en cinco principios básicos: Especificar Valor, identificar la cadena de valor, flujo, halar y perfección. Estos principios constituyen la base de la filosofía Lean, y cada uno de ellos expresa una idea fundamental sin la cual no sería posible la aplicación de los demás.

2.3.1. Especificar Valor

El valor puede ser definido únicamente por el consumidor final. Y sólo es significativo cuando es expresado en términos de un producto específico (un bien o servicio, y frecuentemente la mezcla de ambos) que cubra las necesidades del cliente en un precio específico y en un tiempo específico.

Especificar el significado de Valor en términos de lo que quiere el cliente es el primer principio de la filosofía Lean Manufacturing. Frecuentemente nos encontramos con compañías que confunden el verdadero significado de valor por ejemplo con la idea de que la introducción de nuevas y modernas tecnologías en el proceso agregan valor al producto, cuando lo único que agregan es más gastos y en muchos casos otras consecuencias indeseables como el aumento de inventarios; desde esta perspectiva no es el cliente quien está definiendo el valor, sino el propio productor, en consecuencia nunca habrá armonía entre lo que se está produciendo y lo que realmente se necesita producir.

2.3.2. Identificar la Cadena de Valor

La cadena de valor es el conjunto de todas las acciones específicas requeridas para llevar un producto específico (sea este un bien o un servicio) a lo largo de las tres tareas críticas dentro del manejo de cualquier organización, mientras mejor sea el flujo entre estas actividades mejor el flujo de valor.

- La tarea de Planteo y Solución de un problema: Comprende desde el concepto de un nuevo producto, el diseño e ingeniería de este producto, hasta el lanzamiento del mismo.

- La tarea de manejo de Información: Comprende desde la toma de una orden de producción, su planeación con fechas, hasta la entrega.

- La transformación física: Desde materia prima hasta producto final.

Identificar la cadena de valor es el segundo paso o principio de Lean. Específicamente un análisis de la cadena de valor deberá mostrar los tres tipos de acciones que están ocurriendo a lo largo del proceso, estas acciones son aquellas que generalmente ocurren dentro del desarrollo de cualquier tipo de proceso y son:

- Acciones que agregan valor.
- Acciones que no agregan valor pero que no pueden dejarse de hacer, por ejemplo una inspección de calidad de defectos visuales en el terminado de llantas.
- Acciones que no agregan valor y pueden ser eliminadas.

2.3.3. Flujo

El tercer principio consiste en hacer que los pasos que generen valor al producto fluyan continuamente. Cualquier tarea puede ser realizada de forma mucho más eficiente si esta se enfoca en las necesidades del producto muy independientemente del equipo o instalaciones con las que se cuente; así que todas las actividades deben ser diseñadas y realizadas de forma que se consiga un continuo flujo del producto.

2.3.4. Halar

En términos simples “halar” significa que ningún producto o servicio será entregado o producido sin haber recibido antes el respectivo pedido por parte del cliente, sea este externo o interno dentro de la cadena de valor. Es muy importante que sea el cliente quien dicte lo que se debe producir en lugar de *presionar* productos, a menudo no necesarios, hacia el consumidor. Cuando es el cliente quien “Hala” producción, todas las actividades del proceso deberán enfocarse en lo que el cliente realmente necesita, originando primero la reducción de inventarios y sus costos adicionales, así como optimizando procesos de tal forma que el cliente tenga lo que quiere, cuando lo quiere.

2.3.5. Perfección

La busca de la perfección es el quinto pilar fundamental dentro de la filosofía Lean Manufacturing. Una vez que una empresa ha iniciado su camino hacia una manufactura o prestación de servicios libres de Muda, la mejora de todos sus procesos se vuelve continua y con cada logro alcanzado existen nuevas metas por obtener.

La perfección como tal no existe pues siempre habrán actividades que no agreguen valor al proceso y que son inevitables; pero, Lean Manufacturing es el esfuerzo por llegar lo más cerca posible de la perfección. A medida que, por medio de Lean, se eliminan desperdicios del proceso, este se vuelve más eficiente. Sin embargo, a medida que se elimina muda, aparecerán nueva muda por eliminar; es por esto que la búsqueda de la perfección se vuelve un puntal fundamental dentro de Lean, ya que es el antídoto para la inercia o estática de una compañía.

2.4. Beneficios de Lean Manufacturing

Los beneficios tanto para una empresa que recién ha iniciado su camino hacia una manufactura esbelta o "Lean", como para una compañía que lleva años en la práctica de estos principios son en realidad bastante numerosos y van desde un aumento en las ganancias netas para la empresa hasta la reducción de sus gastos. Esto es posible gracias a la reducción de desperdicios en el proceso, lo que significa que se optimizarán las actividades que generan valor, las cuales son aquellas por las que el cliente está dispuesto a pagar su dinero. Entonces con Lean, en resumen, se incrementa el ingreso de dinero al mismo tiempo que se disminuyen los gastos.

Entre otros los beneficios de Lean son:

- Mejoras de capacidad y productividad.
- Mejoras de fiabilidad y flexibilidad.
- Mejoras de eficiencia y calidad.
- Integración de procesos y reducción de operaciones que no agregan valor.
- Simplificación de los flujos de materiales e información.
- Reducción del stock en curso y espacios ocupados.
- Alineación y coordinación entre departamentos.
- Una mejora del servicio al cliente, de su percepción y satisfacción.

2.5. Herramientas Lean de interés

2.5.1. Kanban

Kanban se basa en una idea muy simple: el trabajo en curso (Work In Progress, WIP) debería limitarse, y sólo deberíamos empezar con algo nuevo cuando un bloque de trabajo anterior haya sido entregado o ha pasado a otra función posterior de la cadena. El Kanban (o tarjeta señalizadora) implica que se genera una señal visual

para indicar que hay nuevos bloques de trabajo que pueden ser comenzados porque el trabajo en curso actual no alcanza el máximo acordado.

"Esto no suena muy revolucionario ni parece que vaya a afectar profundamente el rendimiento, cultura, capacidad y madurez del equipo y de la organización que les rodea. ¡Lo increíble es que sí lo hace! Kanban parece un cambio muy pequeño pero aun así cambia todos los aspectos de una empresa". [3]

2.5.1.1. Principios

Kanban se basa en señales visuales, más concretamente tarjetas. Éstas señales indican a un proceso determinado qué producir y en qué cantidad, todo en dependencia a lo que requiera el cliente interno, externo o cualquier proceso posterior dentro de la cadena de valor.

2.5.1.2. Método de Aplicación

El principio para aplicar Kanban es comprender un proceso en específico mediante la realización de un mapa del flujo de valor y entonces acordar los límites de trabajo en curso (WIP) para cada fase del proceso. Es decir, definir las cantidades máximas para cada ítem a producir en función de las necesidades del cliente. A continuación se empieza a hacer fluir el trabajo a través del sistema mediante el método "pull" o "halar" cuando se van generando las señales Kanban.

[3] Fuente: http://semurat.wordpress.com/2010/01/28/kanban-y-scrum-obteniendo-lo-mejor-de-ambos-de-henrik-kniberg-mattias-skarin. 2010

2.5.1.3. Beneficios

Kanban juega un papel muy importante dentro del pensamiento Lean, puesto que tiene la cualidad de transformar el pensamiento de los trabajadores dentro de una empresa enfocando sus acciones hacia la satisfacción de los requerimientos del cliente, en lugar de trabajar por trabajar, esto al mismo tiempo genera un cambio en la cultura de las organizaciones y fomenta la mejora continua.

Un consecuencia de limitar el WIP, o trabajo en proceso (inventarios) es proporcionar predictibilidad sobre el tiempo de ciclo, o el tiempo que normalmente toma realizar cierta actividad o producir una pieza, y hace que los entregables sean más fiables. La estrategia de "parar el proceso" ante impedimentos también parece promover altos niveles de calidad y un rápido descenso del re-trabajo.

2.5.2. First in, first out “FIFO”

FIFO son las siglas en inglés para “First in – First out” que significa: lo primero que entra es lo primero que sale. Esto se explica más claramente con el siguiente ejemplo: Si en una línea de producción se producen diez llantas y todas tienen que pasar por controles visuales de su acabado final; entonces la primera llanta en ser producida deberá ser la primera en ser revisada, siguiendo así la metodología FIFO, y así sucesivamente con las demás llantas.

2.5.2.1. Principios

El principio de FIFO es simple: la pieza más antigua en ser producida es la que debe ir en primera instancia al siguiente proceso de la cadena de valor. La mecánica de FIFO puede aplicarse con cualquier elemento dentro una empresa, y se sustenta en la idea de que el flujo de producción de un proceso a otro debe ser constante.

2.5.2.2. Método de aplicación

Existen varios métodos para aplicar FIFO dependiendo de cada proceso en específico. Lo que es común en cada proceso es definir, primero, la configuración física para el almacenamiento de cualquier ítem que estemos produciendo. Esta configuración física debe permitir al siguiente proceso utilizar la parte o pieza más antigua, sin interrumpir el flujo constante y ágil de la producción. Por ejemplo, en el área de preparación de materiales de Continental Tire Andina se utilizan con mucha frecuencia toboganes para el almacenamiento de rollos de diversos tipos de materiales, aplicando FIFO con la ayuda de la gravedad.

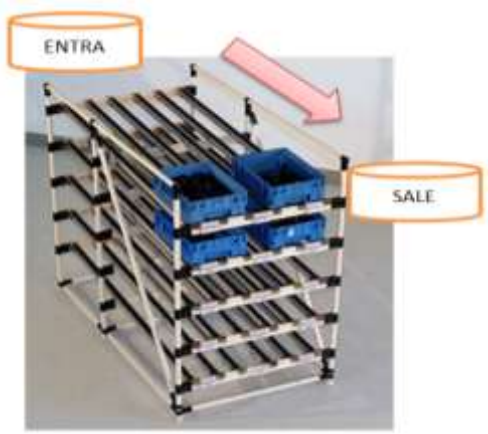


Figura 2.1: Rack de almacenamiento FIFO

2.5.2.3. Beneficios

La principal ventaja de FIFO es que limita defectos de calidad debidos a la obsolescencia de ítems que puedan perder sus propiedades con el tiempo, además es muy fácil de entender y operar. FIFO sigue la secuencia lógica y natural de flujo de productos en que lo primero que se produce (lo más “antiguo”) es lo primero que debe ser utilizado, esto influye para la mejora en el flujo de producto.

2.5.3. Just in time

Just in time (que también se usa con sus siglas JIT), literalmente quiere decir “justo a tiempo”. Es una filosofía que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción. Se trata de entregar materias primas o componentes a la línea de fabricación de forma que lleguen “justo a tiempo” a medida que son necesarios.

2.5.3.1. Principios

El JIT (just in time) se sustenta en 4 principios esenciales: Poner en evidencia los problemas fundamentales, eliminar despilfarros, buscar la simplicidad y diseñar sistemas para identificar problemas. El JIT muestra el camino para un uso óptimo de los recursos con los que se dispone.

2.5.3.2. Método de aplicación

La primera fase se denomina: ¿Cómo poner el sistema en marcha? y establece la base sobre la cual se construirá la aplicación. La aplicación JIT exige un cambio en la actitud de la empresa, y esta primera fase será determinante para conseguirlo. Para ello será necesario dar los siguientes pasos:

- Comprensión básica.
- Análisis de coste/beneficio.
- Compromiso.
- Decisión para poner en práctica el JIT.
- Identificación del proyecto piloto.

La segunda fase es mentalización, clave del éxito, e implica la educación de todo el personal. Se le ha llamado clave del éxito porque si la empresa escatima recursos en esta fase, la aplicación resultante podría tener muchas dificultades. La tercera fase se denomina mejorar los procesos, el objetivo de las dos primeras fases es ofrecer el entorno adecuado para una puesta en práctica satisfactoria del JIT. La tercera fase se refiere a cambios físicos del proceso de fabricación que mejorarán el flujo de trabajo.

El siguiente paso es definir la cuarta fase que son mejoras en el control la forma en que se controle el sistema de fabricación determinará los resultados globales de la aplicación del JIT. El principio de la búsqueda de la simplicidad proporciona la base del esfuerzo por mejorar el mecanismo de control de fabricación; y por último la quinta fase: relación cliente-proveedor constituye la fase final de la aplicación del JIT. Para poder continuar el proceso de mejora se debe integrar a los proveedores externos y a los clientes externos dentro de una sola ideología o mentalidad.

2.5.3.3. Beneficios

El Just in time supone grandes beneficios en la empresa, ya que los inventarios se reducen drásticamente, disminuyendo costos de almacenamiento y además se genera una mentalidad en la que los trabajadores serán los responsables de producir lo que se necesita justo a tiempo. Otros beneficios son:

- Aumenta la rotación del inventario.
- Se reducen defectos de obsolescencia de materiales.
- Mejora la productividad global.
- Ahorro en los costos de producción.
- Reducción de espacios de almacenamiento.
- Toma de decisiones en el momento justo.

2.6. Conclusiones

En este capítulo se han analizado detenidamente los aspectos fundamentales de una filosofía que está cambiando la forma en que se gestionan actualmente todo tipo de procesos, tanto de producción como de servicios; es la filosofía o pensamiento Lean. A la mano de Lean como filosofía, analizamos también algunas de las herramientas que son útiles para alcanzar el objetivo final que toda empresa requiere, y el cual es la generación de mayor ganancia, a la vez que se reducen los desperdicios.

En conclusión, es importante tener en cuenta que el día a día de una empresa nos obliga muchas veces a reaccionar frente a situaciones que se van presentando en lugar de generar el cambio. Obviamente las variables dentro del entorno empresarial pueden tornar en urgentes muchas decisiones, sin proporcional el tiempo necesario para pensar en la alternativa más adecuada que no sólo resolverá un problema, sino que a la vez generará un cambio competitivo. Es por esto que es de gran ayuda apoyarse en esta filosofía Lean puesto que la misma ya ha sido probada en cientos de empresas con resultados impresionantes en niveles de productividad, eficiencia y rentabilidad. Lean nos define el camino a seguir para no empezar desde cero en cualquier empresa descubriendo, lo que muchos, hace muchos años, ya dominaron.

CAPÍTULO III

PROCESOS DE ELABORACIÓN DE NÚCLEOS Y PESTAÑAS

3.1. Introducción

Toda optimización o iniciativa de mejora requiere, en primer lugar, conocer a detalle el proceso que se quiere mejorar; para luego definir las variables que intervienen en él así como que actividades generan valor, cuales no lo hacen, qué desperdicios hay, cómo mejorar el flujo de valor, etc. Este capítulo enfoca los procesos de elaboración de pestañas y núcleos para llantas radiales de camión que se realizan en la planta de Continental Tire Andina S.A, los cuales se quieren mejorar siguiendo un pensamiento y metodologías de Lean Manufacturing.

3.2. Pestañas

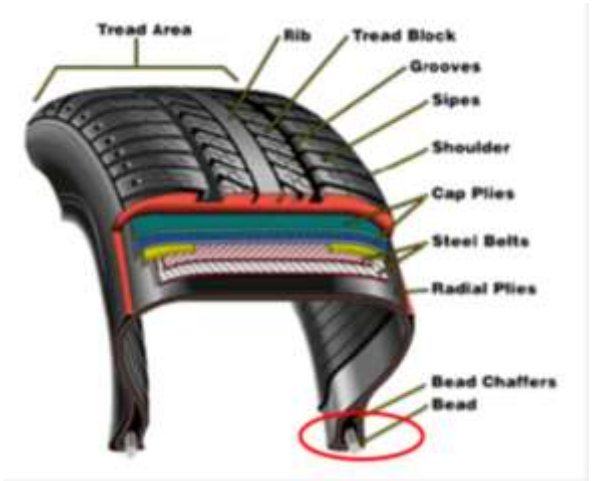


Figura 3.1: Sección Transversal de un neumático

Fuente: http://www.hstextil.com/tire.html, acceso: 15 de Abril de 2013

La figura 3.1 nos muestra la distribución de los componentes o partes de una llanta, cada parte de la llanta cumple un papel específico e importante para su apariencia, resistencia y funcionamiento. Las pestañas a su vez están compuestas de alambre de acero el cual se agrupa de una manera uniforme y está recubiertos por caucho. La función principal de la pestaña dentro del neumático es la de garantizar el ajuste firme y seguro de la llanta en el aro del automóvil. La configuración de una pestaña debe ser tal que soporte de manera adecuada las diferentes fuerzas a las que se ve sometido un neumático.

El proceso de producción de pestañas dentro de Continental Tire Andina tiene lugar en la máquina Apex y necesita de tres componentes para su realización: núcleos, formados a base de alambre de acero engomado son producidos en la máquina denominada Hexabead; relleno, es el cuerpo de caucho con secciones definidas que cubrirá a la pestaña y es producido en extrusoras y por último la bandera, material calandrado compuesto de fibras textiles en su interior. En la máquina el operador ensambla los tres componentes que constituyen la pestaña, sigue el ciclo de producción y terminado a través del panel operativo de la máquina y al final retira y almacena la pestaña terminada.

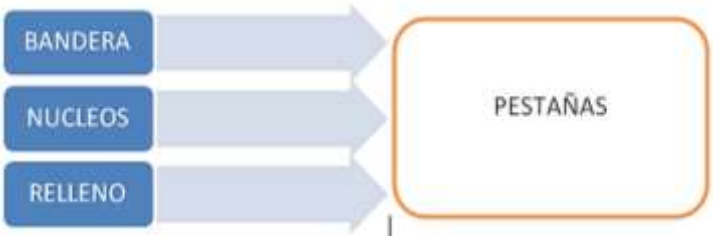


Figura 3.2: Componentes de una pestaña

Figura 3.3: Pestañas terminadas

3.3. Núcleos

El núcleo es una estructura conformada por varias vueltas de alambre de acero recubierto de caucho sobre la que irán los demás componentes que constituyen una pestaña. Existen diversos tamaños de núcleos en función del aro de la llanta que se está construyendo, para llantas radiales de camión el aro es de 22,5". El proceso de construcción de núcleos se efectúa en la máquina Hexabead, y en él intervienen rollos de alambre de acero y caucho en tiras. Con la materia prima en la máquina se verifica que el caucho de alimentación sea del compuesto especificado y luego se procede al montaje de los rollos de alambre en los respectivos carretes.

Figura 3.4: Núcleo terminado

Figura 3.5: Carrete armado

La alimentación de caucho a la extrusora debe realizarse de manera continua para evitar falta de caucho, luego se conforman los núcleos en el tambor mediante una serie de vueltas del mismo. El operador controla desde el panel principal de la máquina para definir, velocidades, diámetro, temperatura del caucho, presión del

caucho en extrusora, etc. En el panel de operación se selecciona la receta[4] indicada para el tipo de núcleo a producir y se da arranque a la máquina. Al final el operador debe identificar los núcleos mediante línea de colores, la línea de colores se usa para diferenciar núcleos según el grupo (A, B, C o D) en el que fueron producidos.

Figura 3.6: Enhebrado de hilos

Figura 3.7: Tambor de conformación de núcleos

[4] Receta: Conjunto de parámetros dimensionales asignados de manera manual en el panel de operación y que permiten al PLC (controlador lógico programable) dar las secuencias de funcionamiento de la extrusora, previo a la construcción del núcleo hexagonal.

3.4. Diagrama de flujo del proceso de producción de pestañas

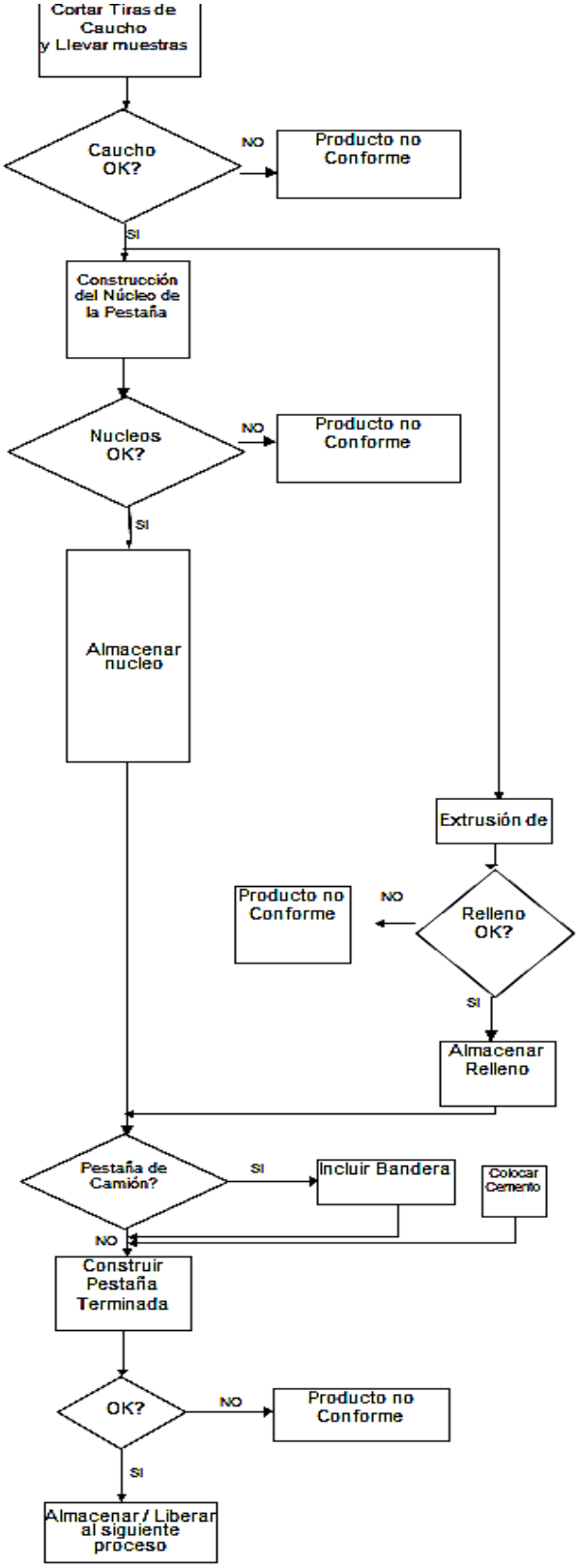


Figura 3.8: Diagrama de flujo de proceso de pestañas.

Fuente: Departamento Calidad Continental Tire Andina S.A, acceso: 18 de abril de 2013

3.5. Capacidades

Se entiende por "capacidad" de una máquina o de un proceso a la tasa máxima de producción factible que la máquina o el proceso pueden realizar. Una correcta planificación de la capacidad es fundamental para el éxito a largo plazo de una organización. Una capacidad "excesiva" puede ser tan negativa como una capacidad "insuficiente". Para determinar el requerimiento de capacidad de una máquina o de un proceso es necesario visualizar la demanda requerida para dicho proceso en función de su cliente interno dentro de la cadena de valor. Siguiendo la metodología Lean se debe tener en cuenta que dentro de la cadena de valor en una línea productiva habrán múltiples procesos desarrollándose, cada uno con su cliente interno, buscando un solo motivo: cubrir las necesidades del cliente final.

Entonces, es el cliente final o externo quien define la demanda de un producto, halando así toda la cadena de valor, y dictando el requerimiento para cada una de las actividades realizadas dentro de la línea productiva. Es así que el primer paso para definir requerimientos de capacidad de pestañas y núcleos es analizar la demanda del cliente final. Según información proporcionada por el departamento de programación de la producción en Continental Tire Andina, el cliente final define una demanda de 402 llantas radiales de camión al día. Entonces los requerimientos de producción de los elementos de interés, en este caso núcleos y pestañas, de la línea son, tomando en cuenta que cada llanta necesita dos pestañas:

Figura 3.9: Requerimientos de producción definidos por ventas

Fuente: Departamento de Ing. Industrial Continental Tire Andina, acceso 18 de Abril de 2013

3.5.1. Takt time

El “Takt time” es el tiempo máximo necesario para producir una unidad de un producto en función de cubrir con la demanda del cliente y es útil para determinar si un proceso es capaz o no de abastecer la producción requerida. Este índice se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Demanda diaria total}}$$

$$\text{Tiempo total de producción} = 8\frac{\text{horas}}{\text{turno}} - 0{,}5\frac{\text{horas}}{\text{turno}}$$

Tiempo total de producción = 7,5 horas por turno

Una de las concesiones o tiempos muertos que se les da a los trabajadores en Continental Tire Andina es el tiempo de alimentación, el cual consta de treinta minutos por turno. Durante este tiempo el operador detiene o para la producción de su máquina para luego continuar con la misma.

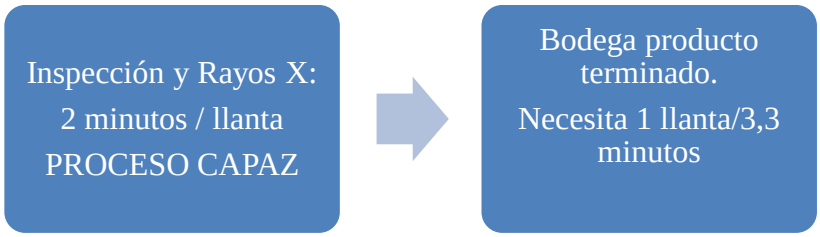
Demanda del cliente final =

$$\frac{402\ \text{Llantas}}{3\ \text{turnos}} = 134 \text{ llantas por turno}$$

$$\text{Takt time} = \frac{\frac{7{,}5\ \text{horas}}{\text{minuto}} \times \frac{60\ \text{minutos}}{\text{hora}}}{\frac{134\ \text{llantas}}{\text{turno}}}$$

Takt time = 3,3 minutos por llanta

Esto quiere decir que para el proceso de producción de llantas de camión radial en Continental Tire Andina se necesita una unidad ingresada a la bodega de producto terminado cada 3,3 minutos. Antes de ingresar una llanta en la bodega esta debe ser inspeccionada y revisada por un inspector de calidad y pasar por una máquina de rayos X que muestra si la estructura interna de la llanta está en buen estado. Este proceso de inspección y revisado no toma más de dos minutos por llanta, entonces al superar al Takt time de 3,3 minutos, el proceso es capaz.



Antes de ser inspeccionada la llanta debe ser vulcanizada; en este proceso se da un cambio en el estado físico y químico de la llanta la cual pasa de estar en un estado plástico a un estado elástico. La vulcanización es la cocción de las llantas en máquinas llamadas prensas en las cuales la llanta entra y se somete a grandes presiones y temperaturas durante intervalos de tiempo que están en función del tamaño y tipo de cada llanta. En el caso de llantas radiales de camión el proceso de vulcanización de una llanta es de aproximadamente una hora, y se cuenta con doce prensas de dos cavidades cada una, es decir se vulcanizan 24 llantas de camión en una hora.

La capacidad proceso de vulcanización es de 0,4 llantas por minuto y el Takt time de llantas ingresadas a bodega es de 3,3 minutos para cada unidad entonces el proceso de vulcanizado para ser capaz debe producir una llanta en menor tiempo: 2,5 min/ llanta. Esto quiere decir que cada 3,3 minutos el proceso de vulcanizado produce más de una llanta, por lo que este proceso también es capaz.

Para finalizar el análisis de Takt time y de esta forma determinar si los procesos previos al ingreso de llantas en bodega de producto terminado son o no capaces se continuará con el proceso de construcción de llantas. En el proceso de construcción de llantas se ensamblan todas las partes de la llanta para formar una sola estructura que pasará a vulcanizarse. En la actualidad en Continental Tire se cuenta con dos máquinas constructoras de llantas radiales de camión, cada una con una capacidad de 90 llantas/turno con el operador trabajando a un ritmo del 85%. Entonces para definir si en construcción hay capacidad para cubrir la demanda del cliente:

Máquinas constructoras:	2
Capacidad máquina/turno:	90 llantas/turno
Capacidad proceso construcción:	180 llantas por turno
Ritmo de trabajo:	85%

$$\text{Capacidad Construcción} = \frac{180 \text{ llantas}}{450 \text{ minutos}} = \frac{0{,}4 \text{ llantas}}{\text{minuto}}$$

Entonces vemos que la capacidad del proceso de construcción es la misma que la del proceso de vulcanización, por lo que este subproceso es capaz de cubrir la demanda de su proceso cliente. Es decir construcción cumple con los requerimientos de cantidad de llantas pedidas por vulcanización.

3.5.2. Capacidad en Hexabead

En condiciones normales de máquina y materiales, es decir cuando las variables que intervienen en el proceso no presentan problemas, la capacidad de la hexabead es la siguiente. La capacidad de la hexabead representa el número máximo de unidades que la máquina puede producir.

Ritmo de trabajo	**100%**
Número de núcleos	**804**
Cambios de rollo de alambre	4
Tiempo total de producción (minutos)	450

Tabla 3.2: Capacidad Hexabead

Fuente: Dpto. Ing. Industrial Continental Tire Andina S.A, acceso: 18 de abril de 2013

El turno de trabajo es de ocho horas, o sea, 480 minutos. A este tiempo se le resta el tiempo de alimentación, que es el único tiempo de concesión en el turno, para obtener el tiempo neto trabajado. Asumiendo que las estaciones de carga están vacías es necesario realizar cuatro cargas de rollos para realizar 804 núcleos. Dos rollos cargados abastecen para 600 núcleos, cuatro cargues abastecen para 1200 núcleos, por ende el turno siguiente de trabajo recibirá la máquina cargada. El ritmo de trabajo

lo define el departamento de Ing. Industrial basado en un estudio de tiempos y movimientos. En este caso los cálculos están realizados para un operador trabajando a un ritmo del 100% de su capacidad. Un ritmo del 100% corresponde a una persona que está efectuando un trabajo a una velocidad elevada.

3.5.3. Capacidad en Apex

En condiciones normales la capacidad de la máquina Apex es la siguiente

Ritmo de trabajo	100%
Número de pestañas	330
Tiempo total (minutos)	450

Tabla 3.3: Capacidad Apex**.**

Fuente: Dpto. Ing. Industrial Continental Tire Andina S.A, acceso: 20 de abril de 2013

3.6. Análisis de la situación actual

A continuación se realizará un análisis de los diferentes factores actuales que intervienen en el proceso de producción de núcleos y por ende de pestañas; identificando las actividades que generan valor al proceso y cuáles no lo hacen así como visualizando oportunidades de mejora.

Con la perspectiva de que cualquier sistema productivo debe estar dirigido siempre a satisfacer las necesidades del consumidor final, es claro que es éste quien define el significado de valor según sus expectativas. Entonces lo primero a tomar en cuenta es la demanda del cliente para nuestro proceso; es así que tenemos una demanda diaria de 402 neumáticos que equivalen a 804 pestañas y núcleos al día.

Cabe anotar que toda actividad que esté encaminada a producir 402 llantas al día genera valor para los intereses del cliente, siendo el mismo caso para la producción de pestañas. Toda actividad extra o innecesaria, como inspecciones de calidad no requeridas, aumento excesivo de inventarios, fallas de calidad, etc. simplemente reportan pérdidas al proceso y un desperdicio de recursos. Para el caso de pestañas tenemos un requerimiento diario de 804 pestañas y un requerimiento por turno de 268 unidades, tomando en cuenta que se trabajan tres turnos en un día.

3.6.1. Colchón de inventario

Es un hecho que no siempre la producción de partes, en este caso pestañas, podrá hacerse según el método uno a uno, es decir que el proceso proveedor pueda producir piezas justo en el momento exacto de necesitarse. Esto es debido a que se debe estar preparado para cualquier retraso por parte del proveedor de materiales, por motivos de daños de máquina o por faltantes de materias primas para producir.

La mejor manera de prepararse y anticiparse a una falta de materiales para la construcción de llantas, es teniendo un colchón de inventario de tamaño adecuado que pueda utilizarse en caso de alguna emergencia. Apex (máquina en la cual se ensamblan pestañas) tiene una capacidad de 330 unidades por turno cuando la demanda de su cliente interno (construcción de llantas) es de 268 pestañas; es decir que en este proceso se tiene la posibilidad de contar turno a turno con un colchón de inventario de 67 pestañas para reaccionar en caso de alguna emergencia.

Estas 67 pestañas representan, en tiempo productivo en Apex, 1.5 horas para poder responder a un daño de la máquina o a algún faltante de materiales para el ensamblaje de este producto. Es decir se puede parar la producción de Apex durante 1,5 horas antes que el proceso cliente necesite pestañas. La capacidad de la “Apex” dicta el nivel de volumen de su colchón de inventario.

Capacidad Apex	Necesidades por turno	Colchón de inventario	Tiempo de reacción
330	268	67	1,5 horas

Tabla 3.4: Colchón de Inventario Pestañas**.**

Fuente: Dpto. Ing. Industrial Continental Tire Andina S.A, acceso: 22 de abril de 2013

Es importante recalcar que el área de construcción de llantas y de producción de pestañas están alejadas físicamente dentro de la planta de Continental, por lo que se debe llevar un stock amplio de pestañas a construcción cada vez que se requiera con el fin de ahorrar gastos innecesarios de tiempo transportando materiales de un lado a otro con mucha frecuencia.

En el caso de núcleos la producción debe ser tal que cubra con el requerimiento del proceso siguiente, en este caso pestañas. Entonces se necesitan 330 núcleos para cubrir con la demanda del proceso cliente. Definiendo un colchón de inventario que abarque la tercera parte del turno siguiente, o el equivalente a más de dos horas y media de producción, para poder reaccionar a daños de máquina o faltantes de materia prima, se cuenta con la siguiente demanda de producción para la máquina Hexabead por turno.

Demanda de Hexabead / turno	Colchón de inventario (1/3 de turno)	Demanda total por turno	Capacidad Hexabead
330 núcleos	110 núcleos	440 núcleos	**804 núcleos.**

Tabla 3.5: Demanda vs Capacidad de Hexabead.

Fuente: Dpto. Ing. Industrial Continental Tire Andina S.A, acceso: 22 de abril de 2013

Es evidente que la capacidad de la Hexabead es muy superior a sus requerimientos, incluso después de haber sumado un stock de colchón de inventario. Se concluye entonces que sólo se necesita el 55% de capacidad de esta máquina para cubrir con las necesidades de un turno de producción. Es así que Hexabead, en términos de tiempo sólo necesitaría trabajar cuatro horas y cinco minutos por turno para cubrir con la demanda que se requiere. Esta máquina trabaja turnos completos de ocho horas actualmente.

3.6.2. Defectos en calidad de núcleos

La Hexabead se encuentra trabajando durante los tres turnos diarios de producción, esto, sumado al método de almacenamiento actual carente de un sistema FIFO, en donde lo primero que se produce debería ser lo primero en utilizarse, ha dado lugar a incrementos excesivos de inventario frecuentes con dos consecuencias indeseables: obsolescencia de núcleos por tiempo de caducidad y defectos de calidad escondidos en grandes lotes de producción.

La obsolescencia es la pérdida de ciertas características físicas que tiene un producto por efecto del paso del tiempo. En el caso de núcleos las características o propiedades que tienden a declinar con el tiempo son: la adhesión del caucho y conformación de los alambres de acero que componen al núcleo. Para los núcleos, la ventana de tiempo en que pueden ser utilizados antes de su caducidad es de ocho días desde su producción.

Figura 3.10: Tiempo de caducidad.

Figura 3.11: Obsolescencia en núcleos

Figura 3.12: Pérdida de adhesión del alambre engomado

3.6.3. Layout Hexabead

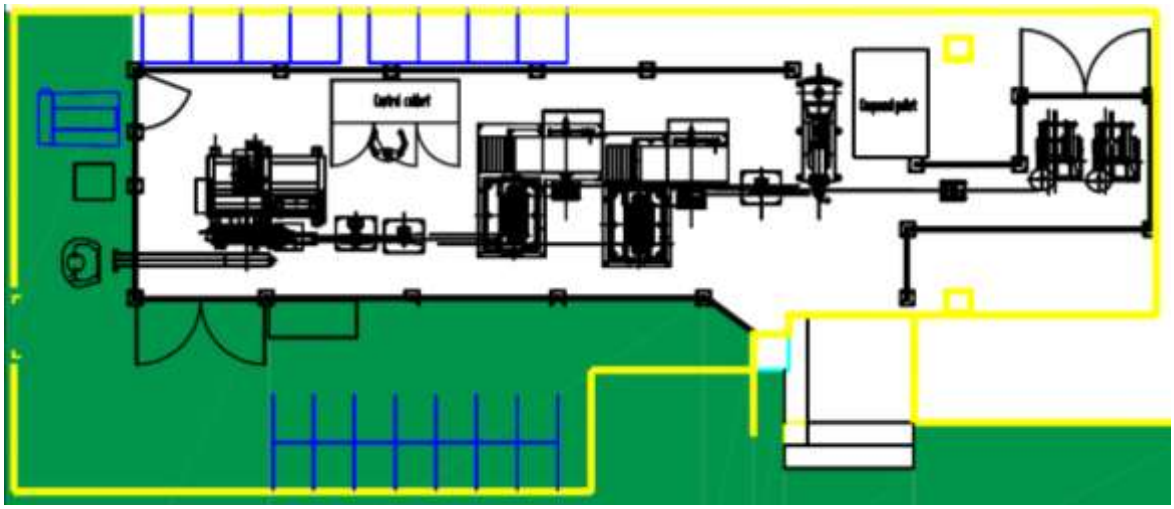


Figura 3.13: Layout Hexabead.

Fuente: Departamento de ingeniería industrial Continental Tire Andina S.A, acceso: 22 de abril de 2013

Las operaciones en Hexabead son las siguientes: el operador produce tres paquetes de veinte núcleos y los ubica en un rack de cuatro brazos móviles situados junto al panel de operación. Es decir el operador produce ochenta núcleos antes de parar la máquina, tomar todos los paquetes producidos y situarlos en el rack de almacenamiento.

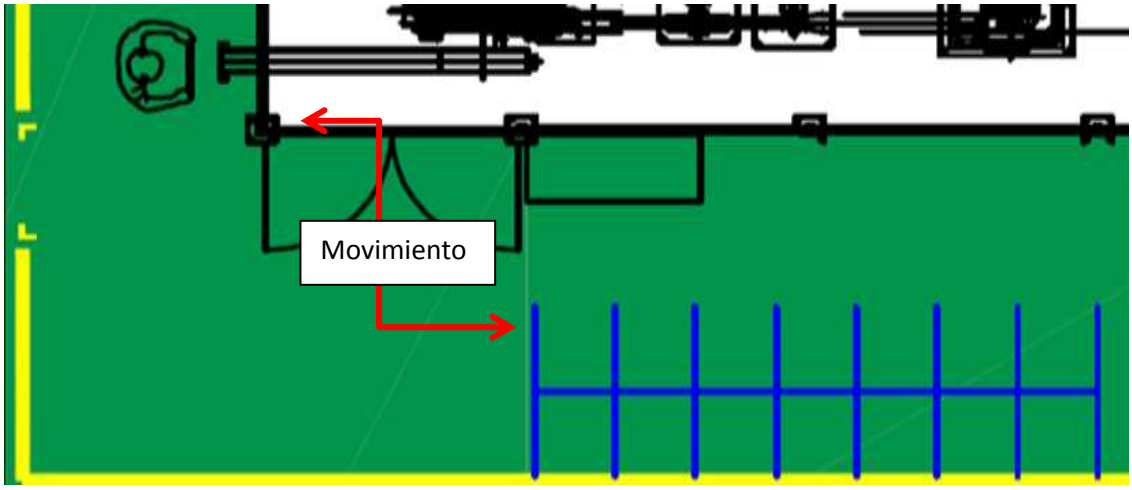


Figura 3.14: Movimiento del operador para almacenar núcleos.

Figura 3.15: Rack de almacenamiento de núcleos

3.6.4. Observaciones en el sistema de almacenamiento de núcleos

Toda actividad de movimiento y almacenamiento es desperdicio ya que no genera valor al proceso, por lo que se debe buscar el método de llevarlas al mínimo de tiempo gastado en su ejecución. Si el operador produce 800 núcleos, y pierde en promedio un minuto y medio cada vez que coloca 80 núcleos en el rack, entonces en el turno habrá un desperdicio de tiempo por almacenamiento de quince minutos el equivalente a 35 núcleos trabajando a un ritmo del 100%.

Como se ve en la imagen el sistema no es FIFO, es decir el operador del proceso cliente puede tomar del rack el paquete de núcleos que primero observe. Además con frecuencia quedan saldos de núcleos que no se ocuparon por ser antiguos en su fecha de producción que a la final terminan desechándose.

Figura 3.16: Núcleos no utilizados en el rack

La fila superior del rack de almacenamiento está a una altura de 2,20 metros del piso, por lo que la ergonomía es muy deficiente al momento de almacenar núcleos en la parte superior. Se debe tomar en cuenta que en la actualidad los cuatro operadores de la máquina, tres mujeres y un hombre, alcanzan una estatura promedio de 1,65m.

3.6.5. Árbol de problemas en la producción de núcleos

Figura 3.17: Árbol de problemas en el proceso de producción de núcleos.

En la figura 3.17 se muestra el árbol de problemas del proceso de producción de núcleos en la máquina Hexabead sintetizando todos los desperdicios que en la actualidad genera el proceso. Como problemas principales tenemos una utilización no efectiva de la máquina y un método de almacenamiento deficiente, lo que deriva finalmente en el aumento de Scrap, generando además inconvenientes en las condiciones ergonómicas de los operadores así como pérdidas de tiempo y eficiencia en el almacenamiento.

CAPÍTULO IV

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y FLUJO DE NÚCLEOS

4.1. Introducción

Este capítulo se enfoca en la elaboración del diseño en la planta de Continental Tire Andina de una estructura a utilizarse para la optimización del sistema de almacenamiento y flujo de núcleos hacia el cliente interno que es el área de ensamblaje de pestañas, tomando en cuenta necesidades del cliente e identificando oportunidades de mejora a partir del sistema de almacenamiento de núcleos utilizado actualmente. La palabra clave en este capítulo es: "flujo".

Dentro de Lean "flujo" es la libre sucesión de todas las actividades que generan valor dentro de la cadena productiva las cuales no deben tener obstáculos entre una y otra. En el caso de núcleos se logra un eficiente flujo de producto entregando al cliente, Apex, lo que necesita, cuándo lo necesita y cumpliendo con los requerimientos de calidad. Entonces, para la elaboración de este diseño es necesario primero definir con exactitud qué es lo que realmente aporta valor al cliente interno para que en función a esto se realicen las configuraciones físicas que tendrá este sistema y que deberán estar dirigidas a optimizar el flujo de núcleos.

4.2. Valor para el cliente interno

Definir valor es un principio Lean que quiere decir establecer con claridad lo que es útil para el cliente de un proceso. Para el caso de este proyecto tenemos como proceso cliente: ensamblaje de pestañas para llantas radiales de camión, se referirá al cliente como "Apex" que es el nombre de la máquina en donde se ensamblan

pestañas. Como proceso proveedor: producción de núcleos, los cuales son los componentes principales de las pestañas, una pestaña necesita un núcleo para su ensamblaje. Se referirá a este proceso como "Hexabead", que es el nombre de la máquina que produce núcleos.

En el capítulo tres se definió que Apex necesita 330 núcleos provenientes de Hexabead en un turno de ocho horas. Entonces "valor" para el cliente (Apex) es contar con 330 núcleos por turno; estos núcleos tienen que cumplir con el estándar de calidad que especifica que deben ser utilizados máximo hasta ocho días después de su fabricación antes de caducar por pérdida de propiedades físicas (adhesión y conformación).

Una vez que se ha definido "valor para el cliente" se debe enfocar cualquier esfuerzo para lograr que un buen flujo de valor. Entonces la Hexabead debe producir 330 núcleos por turno, y éstos deben ser almacenados de forma tal de que aquellos que primero se producen sean los primeros en utilizarse, es decir se debe establecer un método FIFO [5] para evitar la obsolescencia de producto; con obsolescencia se hace referencia a la pérdida de propiedades físicas requeridas por efectos del paso del tiempo.

Adicional a esto se definió en el capítulo tres un colchón de inventario de núcleos producidos por Hexabead de 110 unidades. Este "colchón de inventario" corresponde en horas por turno a 150 minutos productivos para Apex, es decir que en el caso de un daño de la Hexabead o de un faltante de materia prima, Apex tendrá dos horas y media (150 minutos) para trabajar de forma contínua.

Entonces se tiene para Hexabead un requerimiento de núcleos por turno de 440 unidades. Un diseño eficiente de una estructura de flujo de núcleos deberá tener una capacidad de almacenamiento de 440 núcleos. Cabe acotar que la capacidad de la Hexabead para producir núcleos es mayor que la capacidad de la Apex para producir

[5] FIFO: First in, First out, es un concepto que establece que lo primero que se produce es lo primero que se ocupa.

pestañas como se analizó en el capítulo tres; es decir la Hexabead produce núcleos más rápido que Apex pestañas. El cuadro siguiente muestra la capacidad de producción de Apex trabajando a un ritmo operativo del 100%.

NOMBRE	CANTIDAD	TIEMPO UTILIZADO	RITMO DE TRABAJO
PR5H01	330	450 minutos	100%

Figura 4.1: Capacidad Apex.

Fuente: Dpto. de Ing. Industrial, acceso: 15 de abril de 2013.

Hexabead, trabajando a un ritmo operativo del 100%, produce 440 núcleos en 242 minutos, que corresponde a un poco más de medio turno de trabajo o cuatro horas, es decir se necesita medio turno de trabajo de Hexabead para abastecer la producción de Apex y dejar incluso un colchón de inventario para el arranque del turno siguiente. Esto significa, en términos de personal o manning, que se libera una persona para realizar cualquier tipo de actividad por cada medio turno. Cabe acotar que la Hexabead debe trabajar con dos carretes cargados de alambre, mismos que abastecen la producción de 600 núcleos; es decir que por cada 600 núcleos producidos se deben realizar dos cambios de alambre.

NOMBRE	CODIGO	CANTIDAD	TIEMPO	6:00	RITMO DE TRABAJO
NUCLEOS	469	440	186	9:06	
cargar alambre	429	2	56	10:02	
	TOTAL	442	242		
TIEMPO REAL			242		100,70

Figura 4.2: Capacidad Hexabead.

Fuente: Dpto. Ing. Industrial, acceso: 15 de abril de 2013

Figura 4.3: Rollos de alambre cargados en carretes.

4.2.1. Takt time en Hexabead y Apex

El Takt time es el tiempo máximo necesario requerido de un proceso para producir una unidad. La Hexabead puede producir un núcleo en 0,55 minutos. Se toma en cuenta que sólo se es necesario trabajar 242 minutos para abastecer la demanda de producción para el cliente.

$$\frac{\frac{242 \text{ minutos}}{\text{turno}}}{\frac{440 \text{ núcleos}}{\text{turno}}} = 0{,}55 \text{ minutos/núcleo}$$

Por otro lado Apex puede producir una pestaña en 1,36 minutos, lo cual permite darnos cuenta de la relación de capacidades de Apex y Hexabead, llegando a la conclusión que la Hexabead (con sólo medio turno de trabajo) es capaz de tener inventario cada vez que el operador de Apex requiera utilizar núcleos, ya que produce un núcleo en 0,55 minutos mientras que Apex requiere de una unidad en 1,36 minutos.

4.3. Análisis del sistema de almacenamiento de núcleos

El análisis del sistema y de las estructuras físicas utilizadas actualmente para el almacenamiento de núcleos nos permitirá identificar oportunidades de mejora para el diseño de un sistema de flujo de núcleos más eficiente. El área de almacenamiento de núcleos actualmente está distribuida de la siguiente manera:

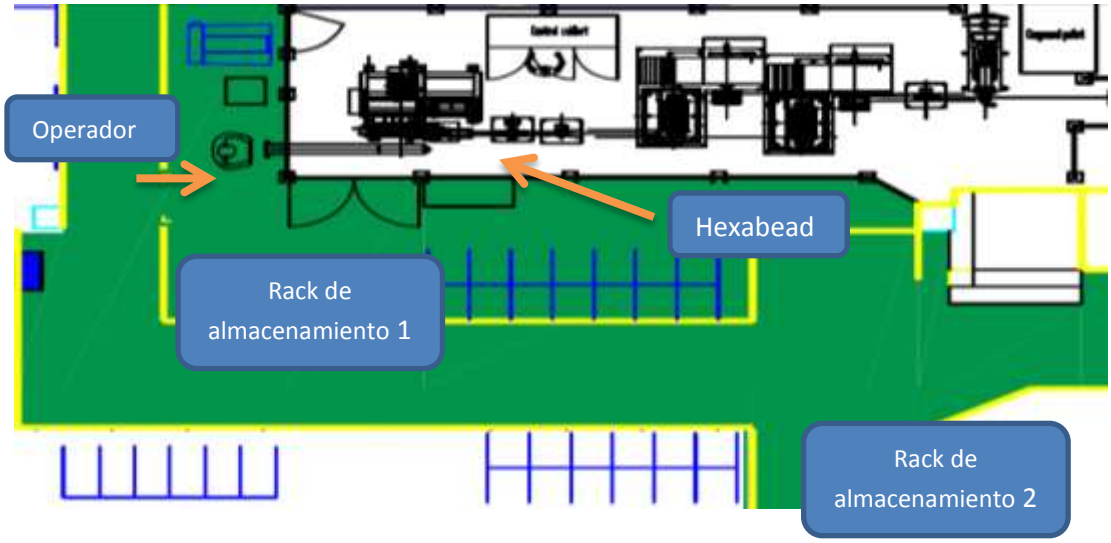


Figura 4.4: Layout área de almacenamiento de núcleos producidos en Hexabead**.**

Tomando como referencia un ritmo de trabajo del 100%, según el análisis de Takt time la Hexabead produce un núcleo en 0,55 minutos. Éste núcleo es extraído por un sistema de la máquina y colocado en canales de extracción que son manejados por el operador de la máquina.

Figura 4.5: Operadora calibrando el sistema de extracción de núcleos

Figura 4.6: Núcleos almacenados en estructura de cuatro brazos móviles

Luego de ser producidos, el operador debe tomar cada par de núcleos y almacenarlos en una estructura de cuatro brazos móviles, misma que se muestra en la figura 4.6. En cada brazo se colocan 20 unidades; y, al llenarse todos los cuatro brazos, el operador debe parar la producción, identificar los 80 núcleos producidos mediante tarjetas de identificación y color correspondiente al turno, y luego llevarlos a los racks de almacenamiento de núcleos.

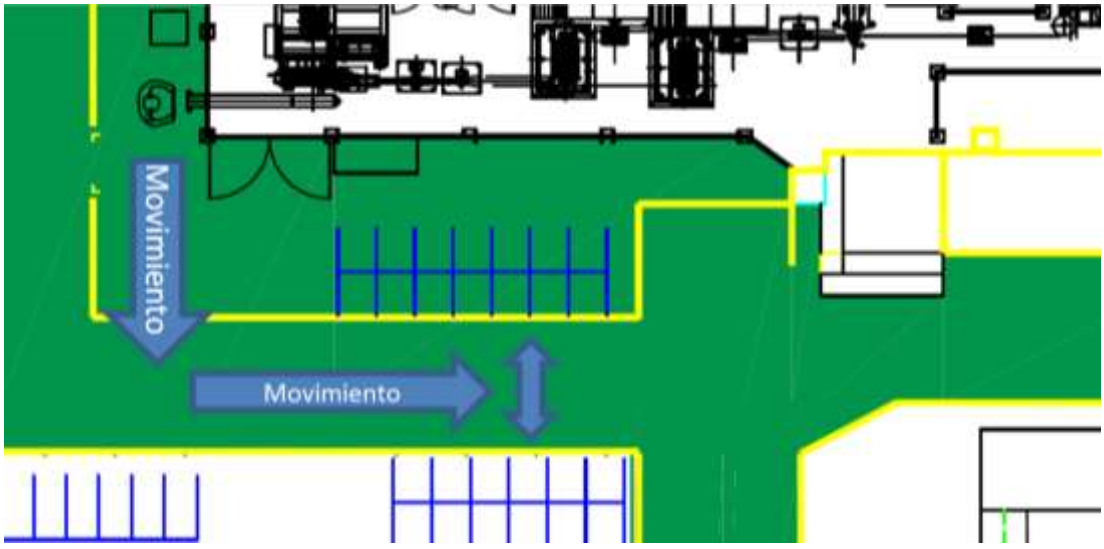


Figura 4.7: Movimientos realizados por el operador para almacenar núcleos en los racks

Figura 4.8: Rack de almacenamiento de núcleos

Como se ve en la figura 4.8 el rack de almacenamiento de núcleos es una estructura de varios pines o barras circulares en las cuales se colocan veinte unidades luego de ser producidas e identificadas. Se dispone de dos racks, cada uno con las siguientes capacidades de almacenamiento:

Rack #1

- Número de pines = 16 pines.
- Total de pines de almacenamiento = 48 pines.

Rack #2

- Número de pines = 36.
- Total de pines de almacenamiento = 84 pines.

Capacidad de almacenamiento total

- Núcleos almacenados en cada pin = 20 núcleos/pin.
- Capacidad de núcleos a almacenarse en los racks = 1680 núcleos.

Figura 4.9: Vista frontal racks de almacenamiento de núcleos

El espacio destinado para almacenamiento de núcleos es excesivo al considerar que la demanda de este proceso es de tan solo 440 núcleos/turno versus los 1680 núcleos que pueden ser almacenados en los racks, esta es una de las causas raíces de problemas de obsolescencia de núcleos, los cuales al ser producidos en exceso no se ocupan en el tiempo establecido de uso (8 días) y pierden propiedades como adhesión y conformación generando de esta manera SCRAP. Además como se ve en las imágenes no existe un FIFO ya que el operador del proceso cliente puede elegir que paquete de núcleos va a ocupar sin ninguna restricción. Es muy frecuente que el operador de Apex siempre elija los núcleos producidos con fechas más recientes en lugar de aquellos de fechas más lejanas (en términos de producción).

Figura 4.10: Núcleos SCRAP por obsolescencia

Otra desventaja de este sistema es que la eficiencia de la máquina está devaluada pues siempre trabaja con colchones altos de inventario derivados de la producción contínua promovida por excesos de espacio para almacenamiento, y de programas de producción que no se realizan en función de inventarios mínimos y máximos. Al contar la mayoría del tiempo con los racks de almacenamiento de núcleos con gran cantidad de inventario, el operador de la Hexabead entra en una zona de comodidad que no da lugar a la resolución de problemas y a la adopción de filosofías y formas de trabajo de mejora contínua.

Un espacio destinado a producir lo que se necesite cuando se necesite dará lugar a mayor exigencia a los trabajadores quienes sabrán que en medio turno de producción se deberá cubrir los requerimientos del proceso cliente, y cuidando la calidad de su trabajo al máximo. Por otro lado tomando en cuenta que el peso de un paquete de núcleos, es decir 20 unidades, es de 36 kilogramos (un núcleo pesa 1,771 kg), el almacenamiento en los pines superiores de los racks se torna muy complicado por el elevado peso que se debe levantar ya que en la actualidad la estatura promedio de los operadores de esta máquina es de 1,68m y el pin superior está a una altura de 2m.

En el método de almacenamiento utilizado actualmente se ve afectada la ergonomía de los trabajadores quienes luego de producir paquetes de veinte núcleos deberán cargar los mismos y buscar en los racks un espacio libre para su almacenamiento, teniendo en ocasiones que parar la producción hasta encontrar un espacio adecuado.

Figura 4.11: Altura del pin superior de almacenamiento

4.4. Dimensiones físicas en el área de almacenamiento de núcleos

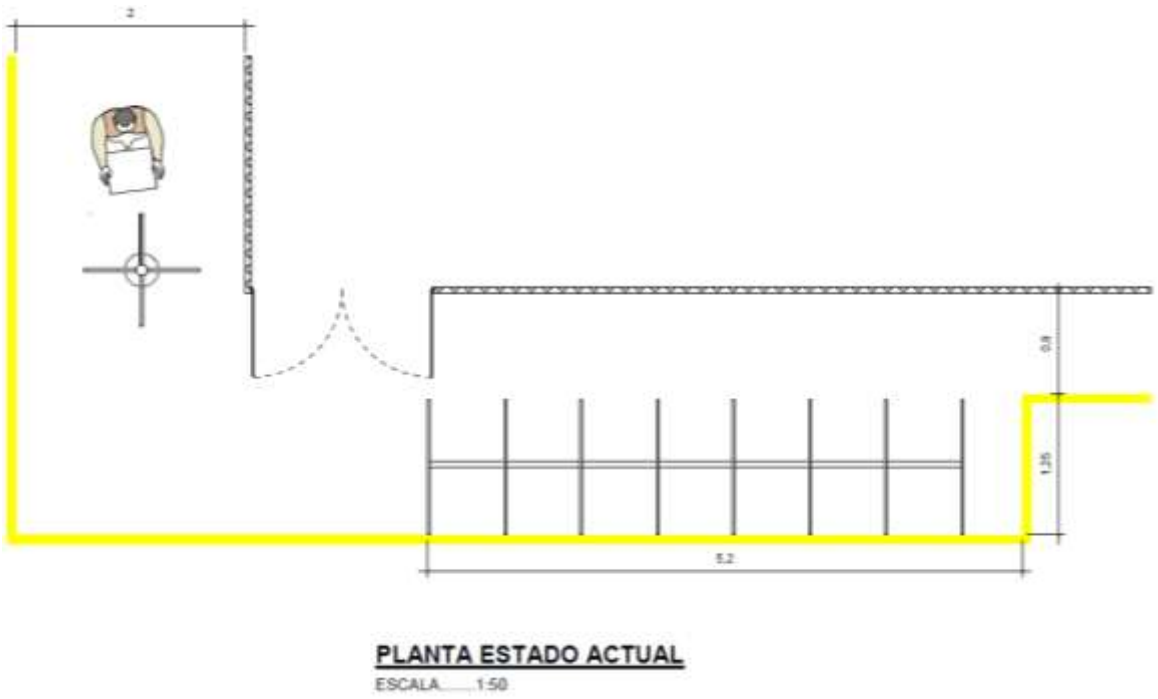


Figura 4.12: Plano del Área de almacenamiento de núcleos

En este plano se incluye únicamente al rack de almacenamiento 1 puesto que en el lugar que este ocupa actualmente en planta se diseñará otra estructura que esté más acorde tanto con las necesidades del cliente interno o Apex como de los requerimientos de ergonomía, movilidad y otras adecuaciones para un flujo eficiente. El rack de almacenamiento 2 ya no será necesario, quedando este espacio libre para cualquier otro propósito. Se aprecia en la figura que el espacio ocupado por este rack de almacenamiento es de 5,2 metros de largo por 1,25 metros de ancho. Es aquí en donde se realizará el diseño de la nueva estructura que ya no será tan sólo de almacenamiento sino también de flujo de núcleos. En conclusión para el diseño se ocupará el espacio en el que actualmente se encuentra el rack de almacenamiento 1, liberándose de esta forma el área en donde se ubica el rack de almacenamiento 2 (1,25m de ancho por 5m de largo).

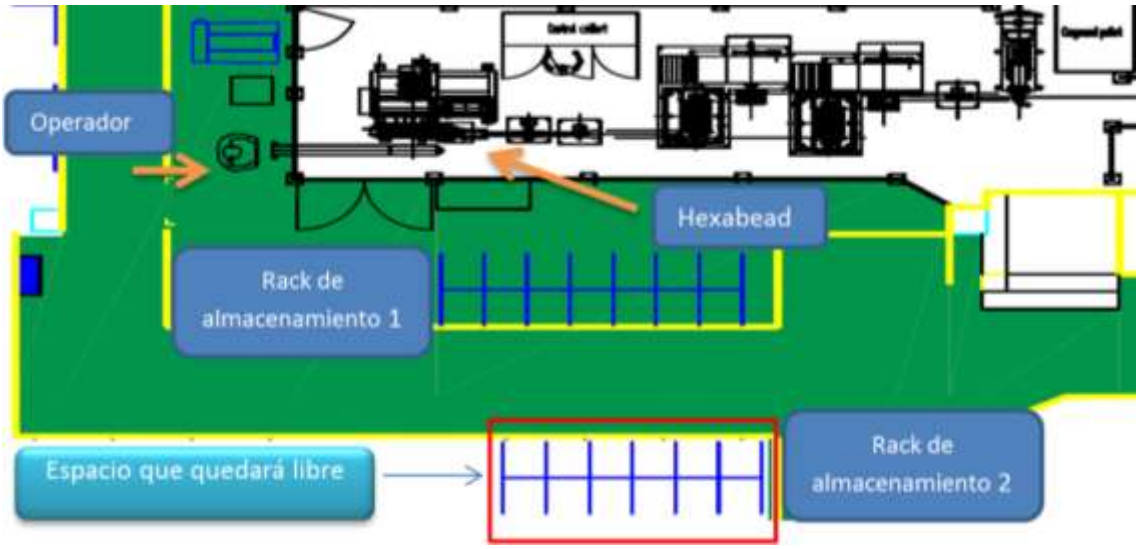


Figura 4.13: Delimitación de espacio a utilizar para el diseño.

4.5. Diseño de una estructura de flujo de núcleos y su ubicación en planta

Para la elaboración del diseño de una nueva estructura de almacenamiento y flujo de núcleos se han tomado en consideración tanto las necesidades del cliente interno (440 núcleos por turno) como del producto en sí, en este caso los núcleos, los cuales buscan ser utilizados por el proceso cliente en el menor tiempo posible desde su producción para no generar obsolescencia. Es así que se ha delimitado el espacio en planta para esta estructura definiendo un límite de 440 núcleos de capacidad de almacenamiento.

Además esta estructura ya no será estática sino involucra un sistema de movimiento mecánico con el objetivo de introducir dinámica en el proceso y de garantizar el método FIFO imprescindible esta área para evitar efectos indeseables tan frecuentes pérdida de propiedades físicas debido a largos tiempos de almacenaje; estas acciones cambiarán la perspectiva que se tiene de un rack de almacenamiento hacia una nueva: el flujo continuo de producto de un área hacia otra.

El sistema a diseñar se trata de una estructura en la cual los pines en los que se almacenan los núcleos se moverán continuamente alrededor de una pista rectangular tipo carrusel, situada por encima de la cabeza del operador. Esta estructura en el campo industrial recibe el nombre de Conveyor y es ampliamente utilizada para actividades de transporte de productos y piezas de ensamblaje de un lado hacia otro en líneas de producción.

4.5.1. Componentes y funcionamiento del Conveyor

La base del funcionamiento de un conveyor es la transmisión mecánica impulsada por una cadena sin fin que se encuentra en movimiento en el interior de una pista cerrada formada por piezas tubulares. Las imágenes que se muestran a continuación darán mayor claridad para el enfoque de lo que es y cómo funciona un conveyor.

Figura 4.14: Conveyor para el flujo de ruedas en industria automotriz.

Fuente: www.mishrainternationalgroup.com, acceso: 3 de mayo de 2013.

El conveyor, a diferencia de un rack de almacenamiento, es una estructura dinámica, esto quiere decir que involucra movimiento para su funcionamiento. El movimiento en cualquier estructura o sistema físico debe ser generado a través de la aplicación de una fuerza que lo origine, esta fuerza puede ser generada de varias maneras, por ejemplo de forma manual: por parte del operador de una máquina; por efecto de la gravedad: en el caso de toboganes de almacenamiento, o por un motor que produzca la fuerza necesaria para tipos de actividades de mayor esfuerzo.

Drive: En el conveyor el componente fundamental o central se denomina drive y es el que transmite el movimiento a todo el sistema. A su vez el drive basa su funcionamiento en la fuerza generada por un motor. Como se ve en la figura la parte central del drive es un motor, éste transmite movimiento a un eje que se mueve haciendo rotar a dos cadenas sin fin. En la parte media rotan unidos a las cadenas estructuras conocidas como "dientes de transmisión".

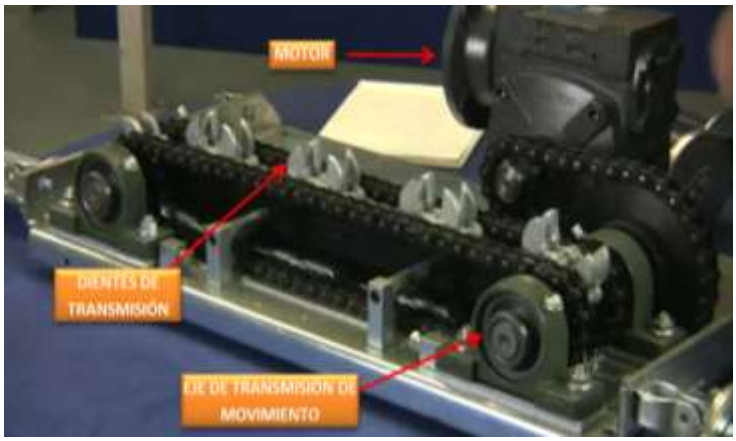


Figura 4.15: Componentes del drive

Fuente: www.packline.com, acceso: 3 de mayo de 2013

Cadena principal: Este componente se trata de una cadena sin fin que recorre la pista formada por secciones tubulares de acero inoxidable sujetando las cargas serán transportadas por el conveyor. La cadena principal debe estar ligada a los dientes de transmisión del drive para que la transmisión del movimiento sea posible. Los dientes de transmisión sujetan la cadena principal transmitiendo así el movimiento a todo el sistema, ésta es la base de funcionamiento del conveyor.

Figura 4.16: Cadena de transmisión

Fuente: www.pfonline.com, acceso: 10 de mayo de 2013

Figura 4.17: Dientes de transmisión del drive

Fuente: www.packline.com, acceso: 10 de mayo de 2013.

Figura 4.18: Sujeción de la cadena principal al drive

Fuente: www.packline.com, acceso: 10 de mayo de 2013.

Pista: La pista está formada por una serie de segmentos rectos y curvos unidos entre sí, y su función es la de dirigir, como una pista de autos, el movimiento de la cadena principal y a su vez de las cargas que transporta la cadena. Alrededor de la pista se mueven mecánicamente los componentes del conveyor.

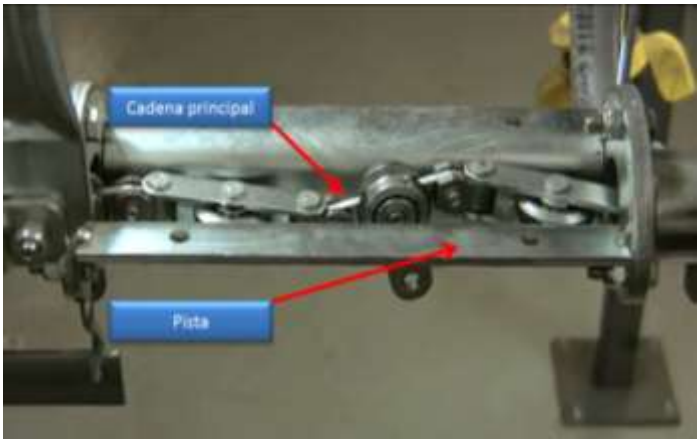


Figura 4.19: Pista y cadena principal
Fuente: www.packline.com, acceso: 10 de mayo de 2013

Figura 4.20: Pista

Fuente: www.packline.com, acceso: 3 de mayo de 2013

Unidades de control de velocidad – encendido/apagado: El drive del conveyor está vinculado a unidades de control de movimiento y velocidad. Estas unidades permitirán dirigir las cargas hacia el lugar en donde sean requeridas, en este caso las cargas son los paquetes de núcleos. Las unidades de control de velocidad dictan el movimiento del conveyor.

Figura 4.21: Unidades de control de velocidad y movimiento

Fuente: www.packline.com, acceso: 10 de mayo de 2013

4.5.2. Diseño de Conveyor para flujo de núcleos

El diseño de un conveyor que esté destinado al flujo de núcleos pretende sustituir al sistema de almacenamiento utilizado actualmente, por este motivo su diseño en planta ocupará el espacio en donde ahora se encuentran los racks de almacenamiento de núcleos.

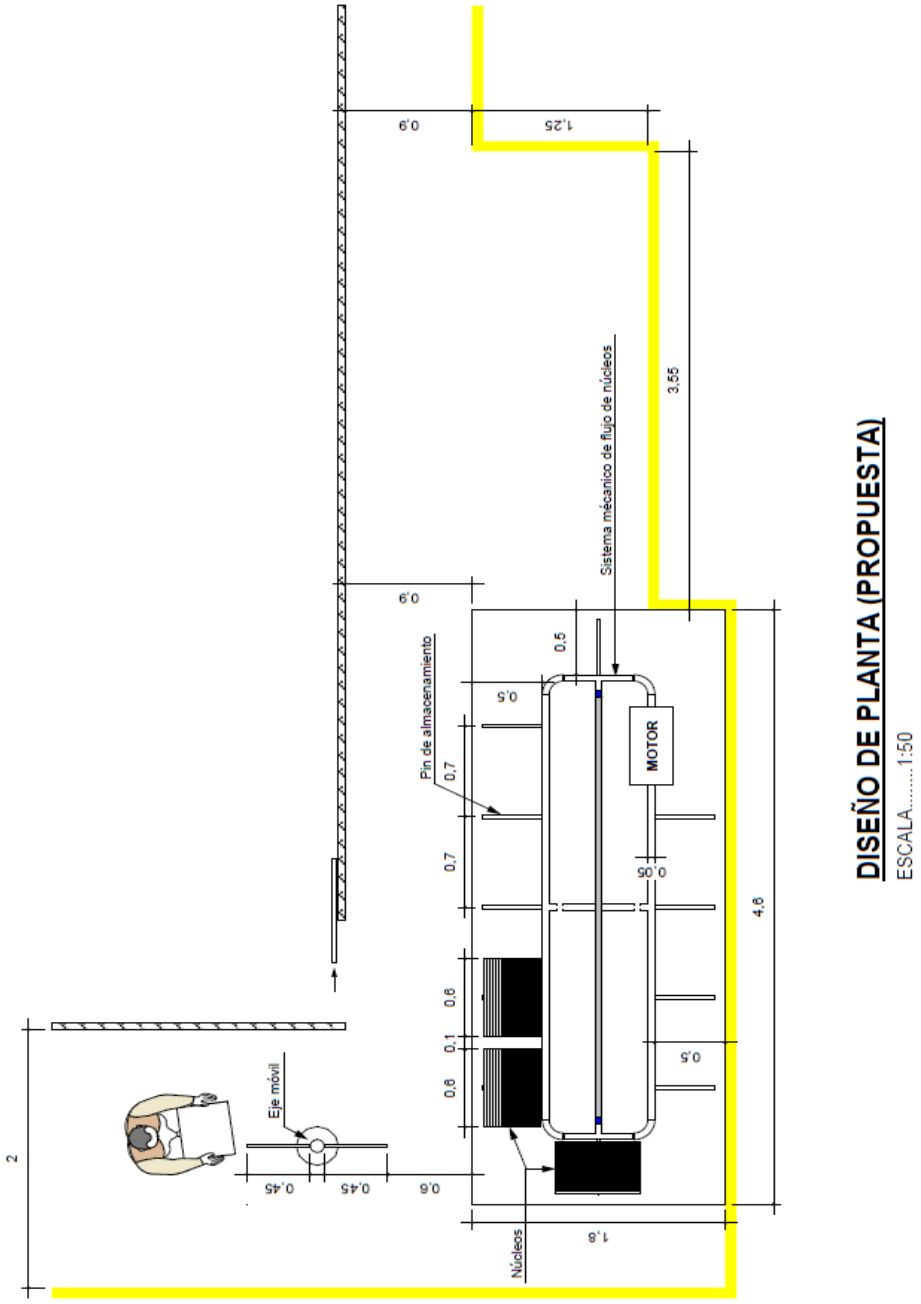


Figura 4.22: Diseño en planta de Conveyor de núcleos

En la figura 4.22 se aprecia el plano en la planta de producción de Continental del diseño de Conveyor para flujo de núcleos, pero además del conveyor también se puede observar otra estructura que se ha denominado eje móvil. Este eje móvil servirá como puente entre el conveyor y la máquina Hexabead.

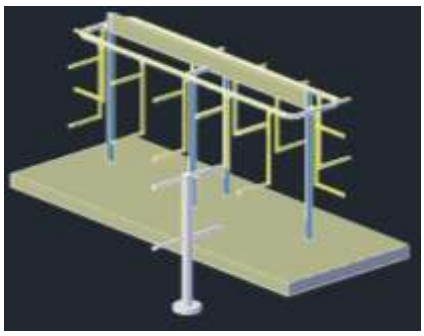


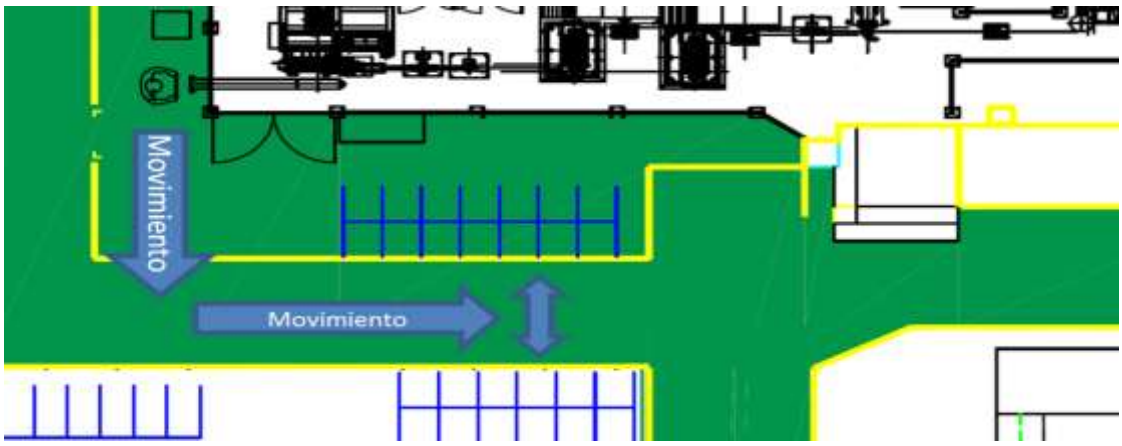
Figura 4.23: Eje móvil y conveyor.

La idea para el flujo de núcleos mediante este nuevo diseño se direcciona en que el operador de Hexabead produce cuatro paquetes de veinte núcleos y los almacena en los cuatro brazos del eje móvil, mismo que ahora consta de dos niveles como se observa en la figura 4.23

Figura 4.24: Diseño de Conveyor para flujo de núcleos en planta.

Luego de tener cuatro paquetes en los brazos del eje móvil el operador deberá proceder a almacenarlos en el conveyor. Como se observa en la figura 4.25 los movimientos para almacenar núcleos utilizando este diseño, se reducen drásticamente. Es así que el operador únicamente tendrá que caminar al otro lado del

eje móvil para pasar los cuatro paquetes de veinte núcleos, desde los brazos del eje hasta los pines del conveyor. Cabe acotar que el operador con la ayuda del controlador de movimiento del drive (ubicado justo alado del eje móvil) sólo tendrá que accionar la cadena del conveyor para acercar pines vacíos. Con este diseño se optimiza la utilización de espacio físico en planta cambiando de utilizar dos racks, a uno sólo.



Diseño de planta actual

Figura 4.25: Diferencias en espacio físico - movimientos del operador para almacenar núcleos

En la figura 4.26 se presentan todos los componentes del conveyor para flujo de núcleos. El controlador de movimiento del drive se encuentra ubicado en el soporte que está alado del operador. Entonces es él quien decide el movimiento de los pines de carga de núcleos. Como se observa en la figura, se ha cambiado de tener tres niveles de pines de almacenamiento a tan sólo dos, y la altura del pin superior cambia de dos metros a 1,65 metros, haciendo así mucho más fácil levantar paquetes de núcleos para almacenar favoreciendo la ergonomía en esta actividad.

Figura 4.26: Conveyor de flujo de núcleos

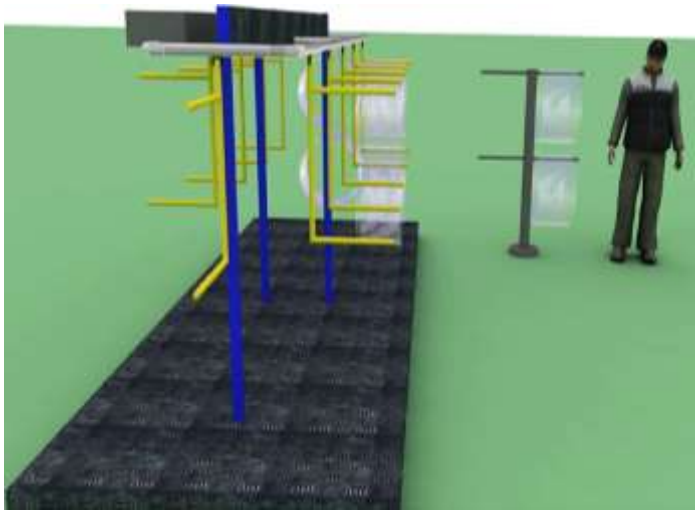


Figura 4.27: Vista en 3D Conveyor de flujo de núcleos

4.5.3. Planos de conveyor de flujo de núcleos

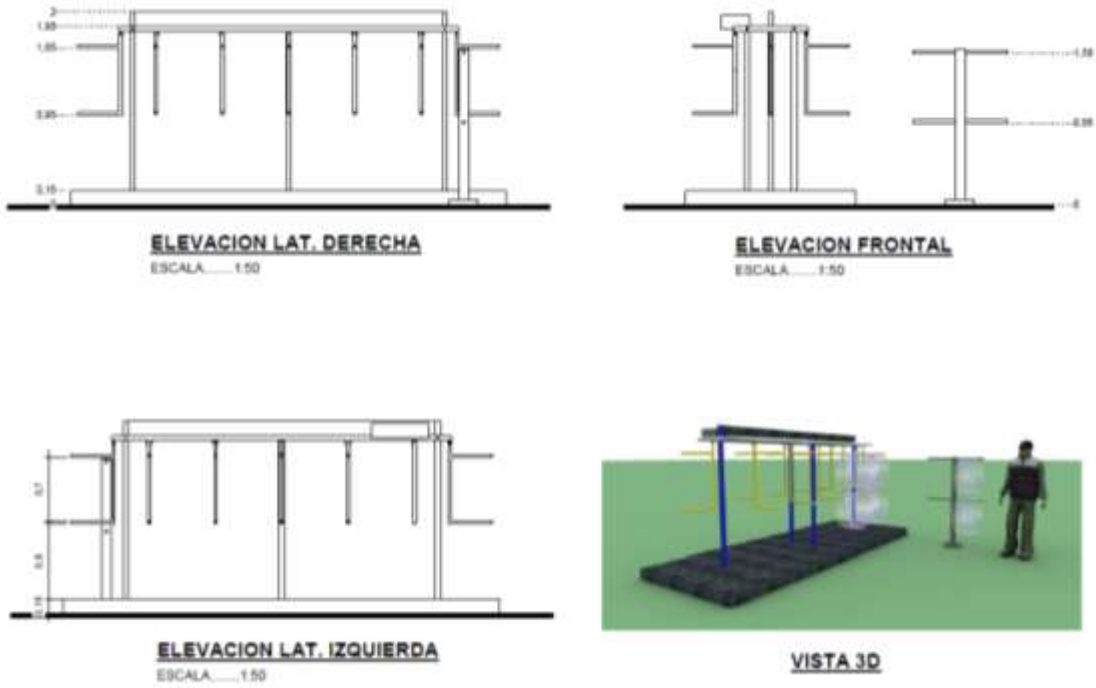


Figura 4.28: Elevaciones

CAPÍTULO V

HERRAMIENTAS LEAN EN EL FLUJO DE NÚCLEOS

5.1. Introducción

En el capítulo dos se definió el significado, principios y alcances de la filosofía Lean Manufacturing, dentro del plano productivo. Con el conocimiento de las bases en las que se fundamenta Lean Manufacturing, en este capítulo se utiliza el diseño del conveyor para flujo de núcleos como una herramienta clave para la implementación de tres métodos del pensamiento Lean en el proceso de flujo de núcleos. Estos tres métodos son: FIFO, Kanban y Just in Time y servirán para darle al diseño del conveyor una utilización eficiente con el objetivo de que el flujo de núcleos se desarrolle siempre sin interrupciones y optimizando al máximo este proceso. La aplicación de cada herramienta Lean no puede hacerse de forma individual y al ir desarrollando cada una de ellas se observará como al final se complementan entre sí.

5.2. FIFO

FIFO (First – in –first - out) significa que la primera pieza en ser producida debe ser la primera en ser ocupada por el o los procesos clientes. En el caso de núcleos, el primer núcleo en ser producido en el turno debe ser el primero en ser ocupado en Apex, siendo éste el objetivo del sistema FIFO. El primer paso para lograr con éxito la aplicación de FIFO en este proceso es definir la configuración física del sistema de almacenamiento de núcleos.

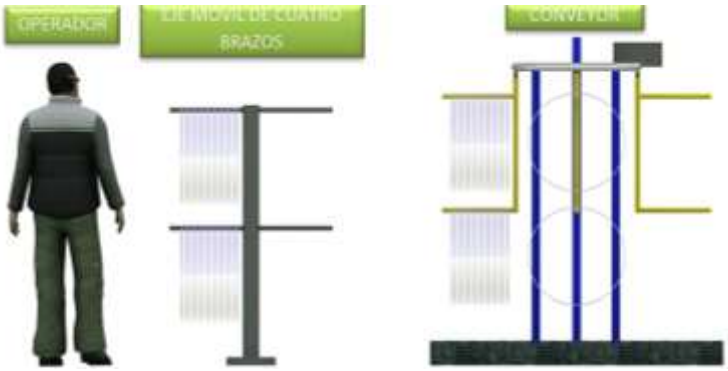


Figura 5.1: Vista posterior del diseño Eje móvil – Conveyor.

Antes de definir cómo será el almacenamiento de núcleos según un FIFO, primero se debe aclarar completamente la funcionalidad del conveyor de flujo de núcleos. El conveyor es el encargado de transportar paquetes de núcleos alrededor de la pista, es así que cuando el operador almacena dos pines con dos paquetes de núcleos, éstos corren por la pista quedando de esta manera dos pines libres para almacenar dos paquetes más de núcleos; es decir se logra literalmente introducir flujo al proceso.

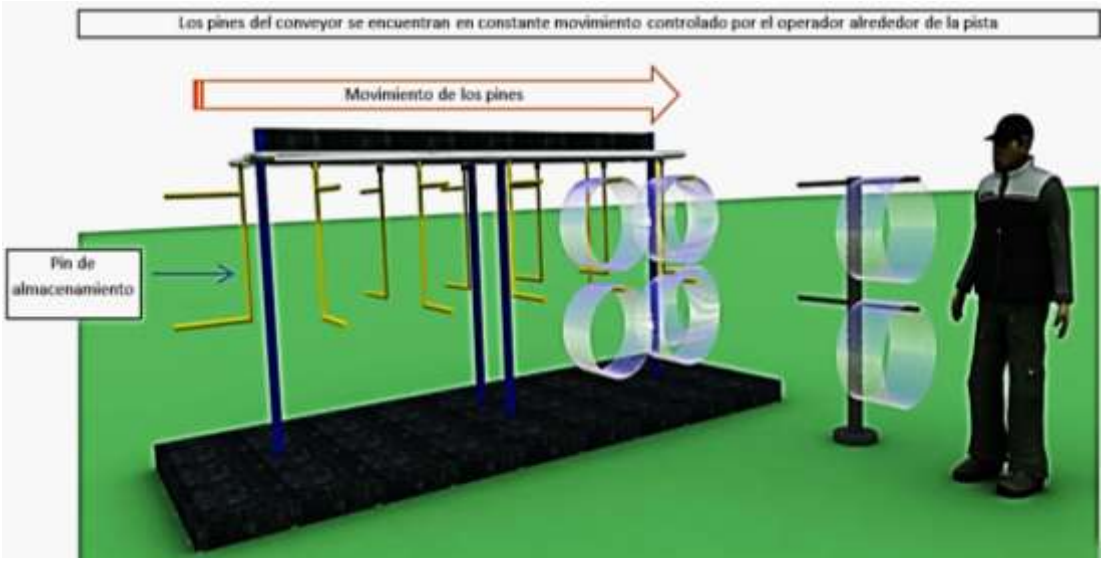


Figura 5.2: Movimiento de pines del conveyor

El operador controla el sentido del movimiento de los pines de núcleos alrededor de la pista (horario u antihorario), la velocidad con la que se mueven y decide cuando parar el sistema, esto lo hace mediante las unidades de control. Existen dos unidades de control para el conveyor de núcleos, una ubicada la lado del operador de la Hexabead y otra ubicada en el otro extremo, disponible para el uso del proceso cliente cuando éste decida traer paquetes de núcleos hacia él.

Figura 5.3: Unidades de control

Fuente: www.packline.com, acceso: 10 de mayo de 2013

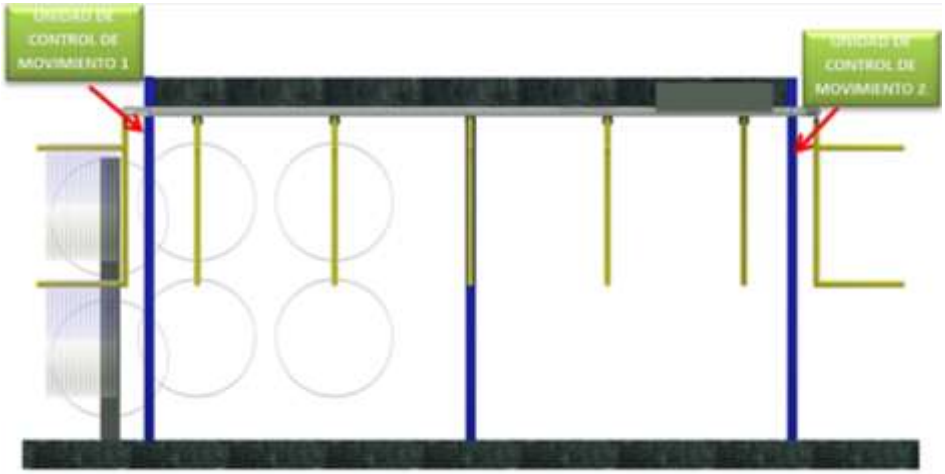


Figura 5.4: Ubicación de unidades de control del conveyor para operadores de Apex y Hexabead

.2.1. Método FIFO en el flujo de núcleos

El objetivo del FIFO es lograr que el primer núcleo producido sea el primero en utilizarse, y de la misma forma con los paquetes de veinte núcleos; esto con la finalidad de evitar pérdidas de producto debido a su obsolescencia. Cabe recordar que un núcleo debe ser utilizado máximo hasta ocho días después de su producción según las normas de calidad establecidas por Continental Tire.

Figura 5.5: Caducidad del producto

- NH558R1: Es el código de identificación de núcleos para llantas de camión.
- Producido: Fecha de producción en este caso el 30 de noviembre de 2012.
- Vence: Fecha en que el producto caduca, es decir, como en el caso de alimentos, es la fecha tope en que el producto puede ser utilizado antes de que éste pierda sus propiedades como adhesión y conformación. Núcleos como los de la figura 5.6 ya obsoletos deben ser desechados aumentando así el SCRAP del proceso.

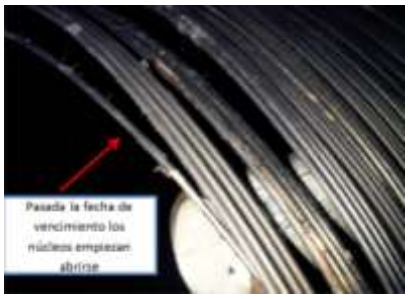


Figura 5.6: Núcleos obsoletos

Para la implementación de FIFO el operador luego de llenar los cuatro brazos del eje móvil deberá almacenar primero el brazo superior y luego el inferior del pin de almacenamiento del conveyor de tal manera que el primer núcleo producido quede en el extremo libre del brazo de almacenamiento

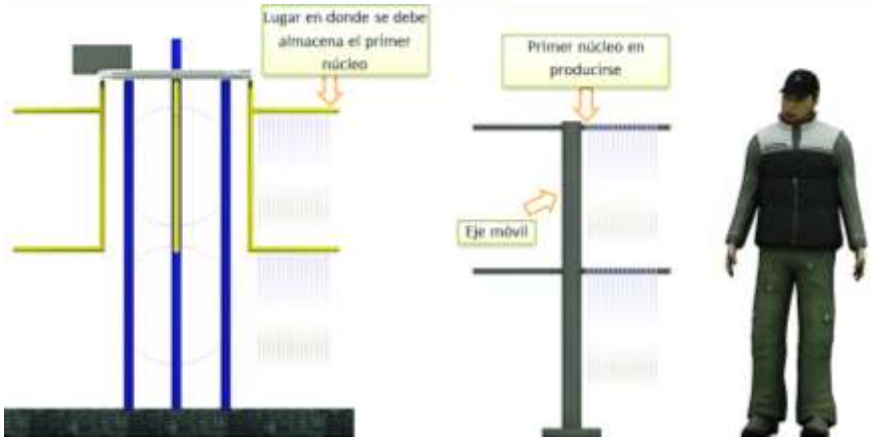


Figura 5.7: Método de almacenamiento de núcleos

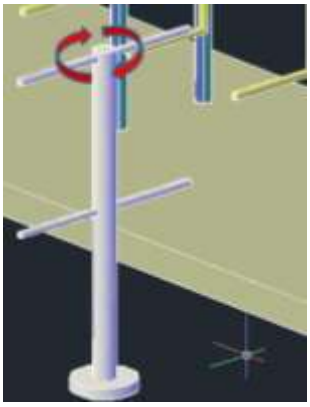


Figura 5.8: Eje móvil

Cabe recordar que la característica de los brazos del eje móvil es que pueden rotar. Entonces el operador para llenar los cuatro brazos llena primero los dos vacíos que tiene adelante, gira los mismos, y llena los otros dos brazos. Luego el operador deberá identificar cada uno de los pines de almacenamiento que ocupe mediante fichas numeradas.

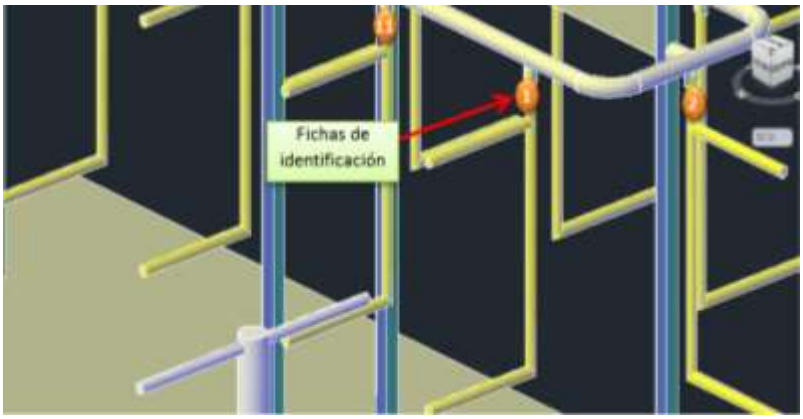


Figura 5.9: Identificación de pines de almacenamiento

Esta identificación numérica le permitirá al operador del proceso cliente o Apex saber qué paquete de núcleos deberá utilizar siguiendo siempre una secuencia numérica ascendente, es decir el operador de Apex deberá llevar a su proceso los núcleos almacenados primero en el pin número 1, luego los almacenados en el pin número 2 y así sucesivamente. Al hacer esto se define el FIFO para este proceso.

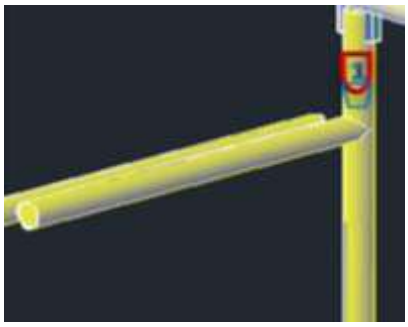


Figura 5.10: Numerado Pin de almacenamiento con ficha

.2.2. Fichas de identificación

La capacidad de almacenamiento del conveyor es de 440 núcleos; cada paquete consta de 20 núcleos y en un pin de dos brazos irán dos paquetes (40 núcleos). Entonces para almacenar 440 núcleos se necesitan 11 pines. En los once pines (22 brazos) de núcleos que se llenan para la producción por turno consta el colchón de inventario definido de 110 núcleos. Entonces Apex (el cliente interno) que produce 330 pestañas ocupará los siguientes pines por turno:

$$\frac{440 \text{ núcleos}}{40 \text{ núcleos por pin}} = 11 \text{ pines}$$

$$\frac{330 \text{ núcleos}}{40 \text{ núcleos por pin}} = 8{,}25 \text{ pines}$$

Figura 5.11: Número de pines en el conveyor

Es decir al día Apex (el cliente) ocupara 8,25 pines por turno, que equivalen a 24,75 pines al día. Son en total, redondeando, 25 pines al día, y como cada pin se identifica con una ficha se tiene que 25 fichas son necesarias por día. Las fichas que identifican los pines de almacenamiento se denominan fichas FIFO pues sirven para este propósito; entonces el método FIFO queda definido de la siguiente forma:

Se habilitarán 25 fichas para la identificación de los pines de almacenamiento del conveyor. Estas fichas quedarán en manos de los operadores de la máquina Hexabead puesto que son ellos quienes deberán identificar cada pin que ocupan con su respectiva ficha numerada. Cada vez que el operador de Apex (el proceso cliente) lleve núcleos hacia su área para transformarlos en pestañas deberá tomar la ficha de identificación del pin que está desocupando.

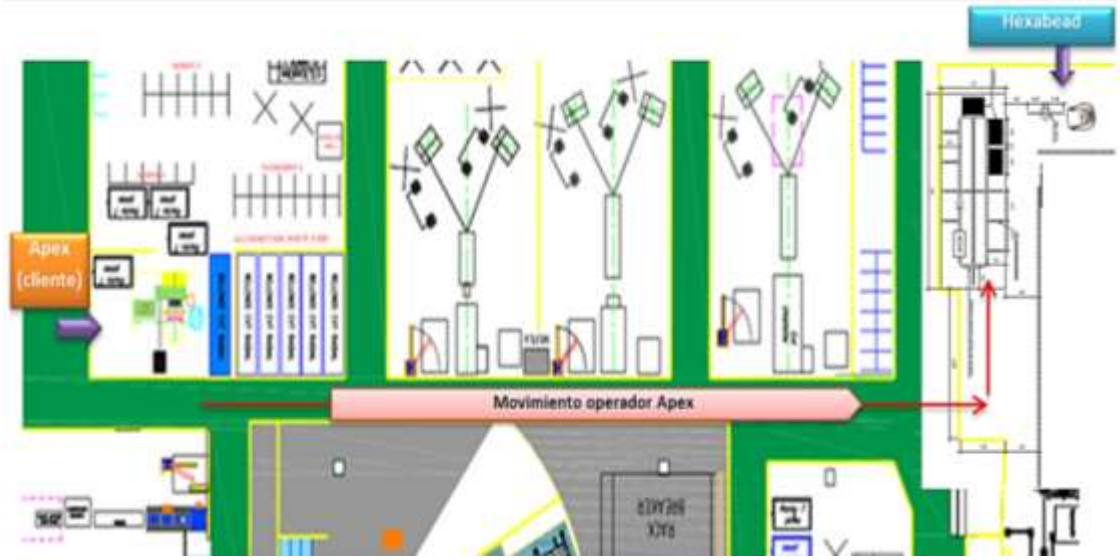


Figura 5.12: Movimiento del operador de Apex para llevar núcleos hacia su área

En la gráfica se observa la ubicación en planta de las áreas de Apex y Hexabead, cabe recalcar que en esta última ya se muestra el diseño del conveyor de almacenamiento y flujo. Apex es el cliente de Hexabead y el operador de ésta máquina deberá llevar hacia su área los núcleos que se encontrarán ubicados en los pines del conveyor cada vez que lo requiera; para esto utilizará un carro de almacenamiento de núcleos de cuatro brazos que rotan sobre un eje, una estructura similar al eje móvil utilizado por el operador de Hexabead pero con la particularidad de que este carro puede moverse de un lado hacia otro.

Luego de llenar el carro de almacenamiento de núcleos y de tomar las fichas correspondientes a los pines que desocupa, el operador de Apex debe trasladar los núcleos hacia su área para producir con ellos pestañas, no sin antes colocar cada una de las fichas que tomó en un tablero FIFO que servirá a los operadores de esta máquina como indicador para saber qué número de pin deberá ocupar del conveyor de núcleos la próxima vez que requiera moverse de su puesto para traer paquetes de núcleos hacia su área.

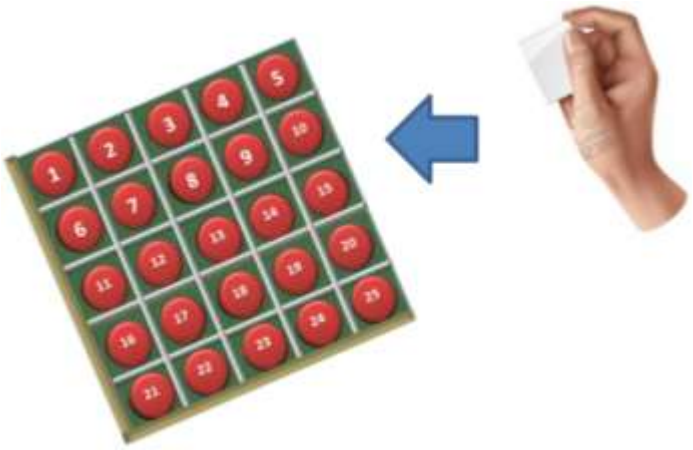


Figura 5.13: Colocación de fichas en el tablero FIFO

El tablero FIFO como se observa en la figura tiene una inclinación de tal manera de que cuando el operador de Apex coloque la ficha en la ranura disponible, esta "ruede" por efecto de la gravedad hacia su respectiva ubicación, manteniendo un orden numérico siempre en orden ascendente. Las fichas y este tablero definen el método FIFO para el flujo de núcleos desde Hexabead hacia Apex.

En resumen el operador de Apex siempre que requiera traer núcleos hacia su área tomará los paquetes más "antiguos" hablando en términos de fecha de producción, éstos paquetes serán aquellos identificados con los números que el tablero FIFO indique, por ejemplo si un operador de Apex ocupa en su turno cinco fichas, el operador del turno siguiente visualizará en el tablero que el pin correspondiente a ser utilizado es el número seis. Al llenarse el tablero de 25 fichas las mismas deben ser devueltas al área de Hexabead para continuar con el flujo de la producción.

.3. Kanban y Just-in-time en el flujo de núcleos

Kanban es un método de la filosofía Lean Manufacturing que busca limitar el trabajo en proceso (Work in Progress, WIP) hasta que el bloque de producción anterior haya sido entregado o haya pasado a otro proceso. Kanban quiere decir tarjeta señalizadora, y la aplicación de este método implica que se usan tarjetas o fichas como en el caso del proceso de flujo de núcleos, como indicadores visuales para

señalar que hay nuevos bloques de trabajo que pueden ser comenzados porque el trabajo en curso aún no alcanza los límites acordados. En el caso de núcleos el límite de producción definido es de 440 unidades que es el equivalente a 11 pines de almacenamiento en el conveyor.

Kanban se constituye de esta forma en un método de programación de la producción Just-in-time, ya que el proceso cliente va a halar producción siempre que sea necesario, y no se producirá ningún ítem hasta no haber primero recibido la orden de producción. Just-in-time o producción justo a tiempo busca la reducción de inventarios y la optimización de procesos, produciendo cuando se tiene que producir sin generar despilfarros ni pérdidas de tiempo, espacio y energía al generar ítems cuando no se los necesita. Es así que al implementar Kanban en el proceso de núcleos al mismo tiempo se abre la puerta hacia una producción Just-in-time.

.3.1. Método Kanban en núcleos

El primer paso para implementar Kanban es definir la demanda de núcleos por turno que el proceso cliente, en este caso Apex. Esta demanda no será un número fijo sino que estará acorde a fluctuaciones en toda la cadena de producción; esta es una de las grandes ventajas de Kanban, cuando Apex no necesite producir, simplemente no se emitirá ninguna señal para que Hexabead produzca, ganando así tiempo y productividad en otras áreas pues el operador de Hexabead al no tener trabajo en su área irá a realizar otras actividades productivas, además se obtiene una mejor utilización del espacio en planta, reducción de desperdicio al no generar sobreproducción, etc. Entonces definiendo la cantidad máxima de núcleos que Apex necesita por turno tenemos:

Demanda de núcleos por turno = 440 unidades = 11 pines de almacenamiento

Una vez definido el requerimiento del proceso cliente el siguiente paso es hacer que el proceso fluya. Para que fluya el proceso es fundamental la participación del operador de Hexabead ya que es él quien produce los núcleos. El operador al inicio de cada turno deberá tomar la decisión de cuánto producir en función a los pines vacíos que encuentre en el conveyor. Explicando esto con un ejemplo práctico: En el caso de que el operador de Hexabead, al inicio del turno observe que en el conveyor de flujo de núcleos hay ocho pines vacíos, entonces su requerimiento de producción para todo el turno son ocho pines de núcleos.

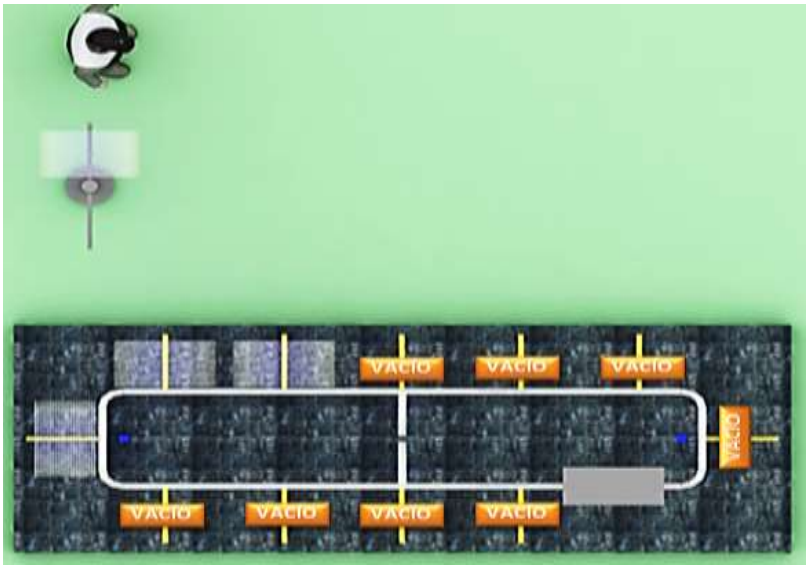


Figura 5.14: Determinación de producción al inicio del turno

Cantidad a producir = 8 pines de núcleos.

$$8\text{pines} \times \frac{40\text{núcleos}}{\text{pin}} = 320 \text{ núcleos a producir}$$

Es fundamental que se haga el requerimiento de producción por parte del operador de Hexabead al inicio del turno puesto que en este momento se visualizará la necesidad total del turno en que se está trabajando. Entonces, continuando con el caso del ejemplo, el operador sabe que debe llenar ocho pines de núcleos, el equivalente a una

producción de 320 núcleos en todo el turno; sin importar que luego se sigan vaciando los pines.

Al llenar los ocho pines el operador deberá para el proceso e ir a otra área a continuar su trabajo. Este requerimiento de producción debe mostrarse mediante indicadores visuales y es en este punto es donde Kanban entra en juego. El operador de Hexabead deberá contar con 25 fichas numeradas para efectos del FIFO.

Figura 5.15: Fichas para FIFO Hexabead - Apex

- Al iniciar el turno el operador de Hexabead debe colocar las fichas que utilizará en un tablero con espacio únicamente para once fichas, que es el número de fichas correspondiente a los pines de almacenamiento con los que se cuenta. Esto se hace con la finalidad de establecer un máximo de producción de hasta once pines de núcleos.

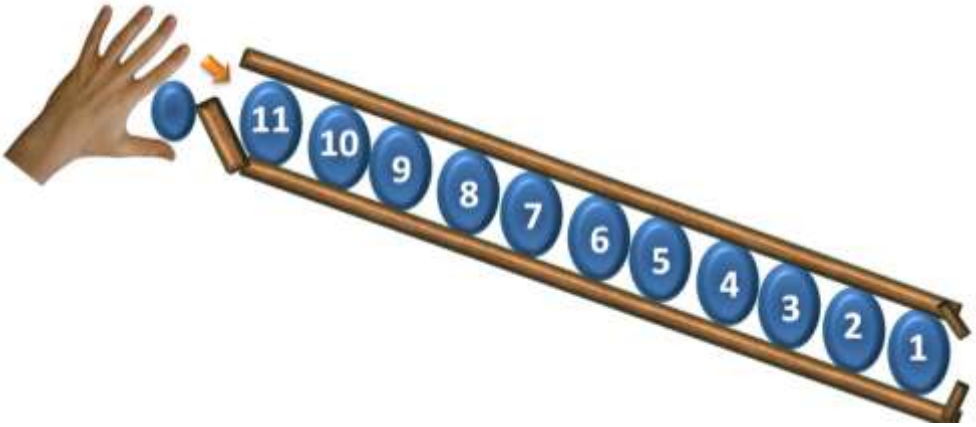


Figura 5.16: Tablero Kanban Hexabead

Este tablero no ocupará mayor espacio en el área y será clave para la determinación de la cantidad de núcleos a producir al inicio del turno. La configuración de este tablero es inclinada para aprovechar el efecto de la fuerza de gravedad de tal manera que las fichas rueden al ser colocadas en el extremo izquierdo como se aprecia en la figura. El número de espacios vacíos en el tablero al inicio de cada turno determinará el número de pines de almacenamiento a ser llenados, un espacio corresponde a un pin de almacenamiento. Entonces en el caso del ejemplo en que el operador debe producir 320 núcleos para llenar 8 pines se encontrará algo como esto al inicio del turno en el área Hexabead.

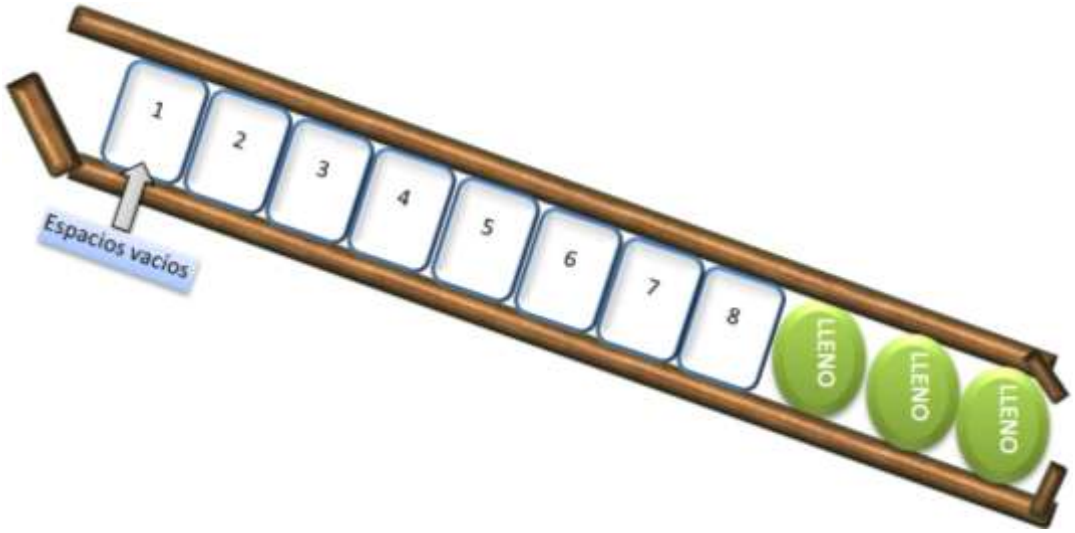


Figura 5.17: Tablero Kanban

En la figura se observa la aplicación de Kanban para el proceso de producción de núcleos. El tablero Kanban le dice al operador de Hexabead que debe producir en todo el turno 8 pines de núcleos, una cantidad equivalente a 320 unidades. Como se observa hay tres espacios ocupados con otra clase de fichas con la leyenda “lleno”.

Estas fichas son colocadas al fin de cada turno por el operador de Hexabead quien verificará cuántos pines quedan llenos en el conveyor, es decir cuántos todavía no fueron vaciados por el operador de Apex, y colocará una ficha en el tablero Kanban por cada pin que cuente. Esta operación no complica de ninguna forma al proceso al

tratarse de un procedimiento muy fácil y de rápida ejecución. Al iniciar la producción en Hexabead el operador deberá continuar con la secuencia numérica que el turno anterior inició. Es decir el llenado de pines comenzará con el de la ficha número 12 y así sucesivamente.

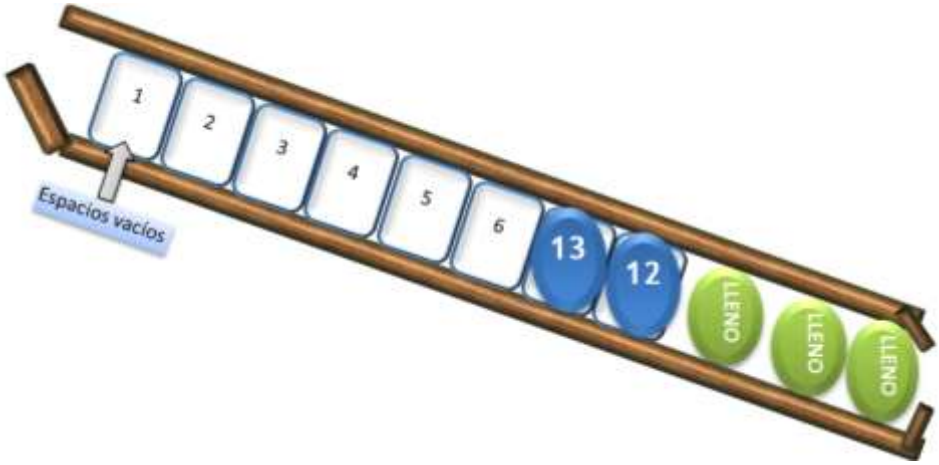


Figura 5.18: Producción según Kanban

.3.2. Just-in-time

Al definir los métodos FIFO y Kanban para el proceso de núcleos se logra introducir la filosofía Just-in-time en este proceso. Es decir, con la utilización de estas herramientas la producción se hará de forma coordinada, cuando Apex solicite Hexabead producirá, limitando la generación de ítems cuando éstos no sean requeridos. Como se dijo al inicio de este capítulo las herramientas Lean no pueden aplicarse de forma aislada ya que en punto se encontrarán y trabajarán por un mismo objetivo: la mejora contínua. Esto se métodos se unen para un trabajo dirigido a satisfacer las necesidades de Apex que es el cliente interno. Just-in-time entonces se establece por sí solo en este proceso, ya que la producción de piezas en Hexabead se hace cuando el cliente “hala” producción.

La clave de esta filosofía es la retroalimentación del cliente hacia el proveedor, es decir lo que se realizó en este capítulo es definir un método de operación para aplicar Just-in-time en el flujo de núcleos pero únicamente con el compromiso de todos los involucrados en el proceso se lograrán resultados consistentes a lo largo del tiempo.

Los principios de Just-in-time se ven satisfechos, al menos teóricamente, primero con el diseño del conveyor de núcleos, y segundo con la aplicación de FIFO y Kanban al proceso de flujo, al encontrar en el mismo una solución, a nivel de diseño, para las siguientes situaciones: eliminar despilfarros, evitando sobreproducción, optimizando el tiempo de almacenamiento de núcleos, mejorando el flujo de producto de un área hacia otra, reduciendo obsolescencia.

Buscar la simplicidad: Facilitando la toma de decisiones para programar la producción en Hexabead, definiendo sistemas que no requieren complejas tecnologías para obtener resultados deseados (tableros FIFO y Kanban) y diseñar sistemas para identificar problemas: Sistemas sencillos como el conveyor y los tableros de herramientas Lean Manufacturing.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Todo proyecto debe ser originado como respuesta a una pregunta o como una solución a un problema; en este caso el proyecto de diseño de un sistema de flujo de núcleos pretende optimizar las operaciones que se llevan a cabo en el proceso de almacenamiento y flujo de núcleos. Optimizar quiere decir llegar a un resultado más rápido, utilizando los mismos, o menor número de recursos que los que se están utilizando en el momento y generando menor desperdicio.

En conclusión, para visualizar en términos específicos las mejoras que tienen lugar en el proceso con la introducción del sistema de flujo (a nivel de diseño) y la aplicación de herramientas Lean (Kanban, FIFO, Just in time) a continuación se citan los puntos más relevantes, tomando en cuenta situación actual vs situación mejorada. Mediante la utilización del diseño de flujo de núcleos o conveyor y aplicando herramientas Lean en el proceso de flujo se puede:

Disminuir Obsolescencia de núcleos: Tomando en cuenta las capacidades de los dos procesos de interés: En el caso de este trabajo de grado la capacidad del cliente es mucho menor que la del proveedor, y tomando en cuenta que para elaborar una pestaña se necesita un núcleo entonces la capacidad elevada de la Hexabead puede dar lugar a problemas de sobreproducción de núcleos.

Al limitar la producción en Hexabead mediante Kanban, se reduce el espacio físico utilizado en planta acorde a la capacidad de almacenamiento en el conveyor y utilizando el método FIFO definido en el capítulo V, se producirá según el método Just in time, trabajando la máquina únicamente cuando el cliente lo requiera. Al hacer esto se reducirá notablemente la obsolescencia ya que por FIFO el primer núcleo en ser producido en Hexabead será el primero en ser utilizado en Apex, además cada turno tendrá una producción limitada por Kanban a lo que el cliente estrictamente necesite, evitando largos tiempos de almacenamiento.

Mejorar el flujo en el proceso: Al cambiar de largos tiempos de almacenamiento debidos a altos inventarios a, mediante el Kanban, Apex será quien "hale" producción de Hexabead cada vez que así lo necesite. Además con FIFO se asegura el flujo efectivo de producto a medida que se va generando. Con el sistema que se realiza actualmente el operador de Apex tiene la potestad de llevar hacia su área los paquetes de núcleos que primero observe.

Disminuir movimientos y tiempos de almacenamiento – mejorar ergonomía en el proceso: En la situación actual el operador de Hexabead debe llenar los cuatro brazos del eje móvil con cuatro paquetes de núcleos, un paquete es un grupo de 20 unidades amarradas con hilo, y luego levantar cada paquete (en total 35,4 Kg) para buscar un espacio vacío en donde colocar los núcleos en cualquiera de los dos racks de almacenamiento. Cabe recalcar que la altura del pin superior de almacenamiento en los racks es de dos metros, y la estatura promedio de los operadores del área es de 1,65 metros; es decir tienen que levantar un peso elevado con cada paquete de núcleos para almacenarlos en los pines superiores.

Situación mejorada (a nivel de diseño): Los movimientos de almacenamiento se disminuyen a uno sólo. El operador debe llenar los cuatro brazos del eje móvil con cuatro paquetes de núcleos, moverse hacia el otro lado del eje y almacenar los paquetes en los pines, con la ayuda de las unidades de control del movimiento del conveyor para hacer correr la cadena sin fin y que sigan llegando pines vacíos.

En el sentido de ergonomía al disminuir el recorrido para buscar espacios o pines vacíos a un solo movimiento, el operador se beneficia al no tener que cargar con altos pesos para realizar el almacenamiento. Además en el diseño la altura del pin superior se disminuye a 1,65 m para facilitar el levantamiento de cada paquete hacia el respectivo pin de almacenamiento, además el operador no va a tener que agacharse para alcanzar los pines inferiores, como se hace actualmente ya que el pin inferior en está diseñado a una altura de 0,95 m.

Ganar productividad en otras áreas: La capacidad de producción de Hexabead por turno de trabajo es de 804 núcleos, restando las respectivas concesiones de tiempo para cambios de rollos, calibraciones y alimentación. Con la utilización del conveyor y los métodos Lean se define un límite de producción de 440 núcleos por turno que es la capacidad del conveyor.

En términos de tiempos de producción trabajando a un ritmo del 100%, Hexabead puede producir 440 núcleos en cuatro horas de trabajo, es decir medio turno. Entonces, respetando el Kanban en Hexabead, el operador debe parar la máquina cada medio turno. De esta forma se gana un trabajador libre para reforzar otra área productiva, esto se traduce en términos de aumento de productividad al contar con una persona más para trabajar. En el sistema de producción actual los trabajadores de Hexabead continúan trabajando incluso con altos niveles de inventario, reduciendo la eficiencia de la máquina al trabajar a ritmos bajos de producción y produciendo piezas que no se necesitan.

Promover la filosofía de mejora contínua: Una vez diseñado el sistema de flujo y definidas las herramientas Lean que se aplicarán en el proceso, se pretende lograr el objetivo de producir en un flujo continuo y constante que no dé lugar a atrasos ni confíe en altos inventarios para ser eficiente, basándose en la noción de que tan sólo una pequeña fracción del tiempo total de producción es la que realmente agrega valor al proceso y al cliente interno. De esta forma se promueve una filosofía de mejora contínua en el proceso de producción de núcleos teniendo como responsables a todas las personas que participan en él, desde aquellas personas designadas a tomar decisiones hasta las que efectúan el trabajo en piso.

Al tener una producción limitada bajo pedido, los partícipes del proceso de núcleos deberán realizar su mejor esfuerzo produciendo ítems de excelentes niveles de calidad para asegurar que su producto sea ocupado. Iniciando el camino Lean en el flujo de núcleos se adquiere una filosofía de mejora contínua, eliminando desperdicios del proceso y generando nuevas ideas para seguir perfeccionando cada una de las actividades que se realizan.

Auto-programación de la Producción: La utilización de Kanban tiene el valor agregado de que brinda a los operadores de Hexabead la capacidad de decidir y conocer cuánto deben producir y con qué sentido de urgencia, sin necesidad de programas de producción rígidos que muchas veces no se ajustan a las necesidades reales de producción. Se transforman de esta forma los operadores en los programadores de su producción en función de una filosofía Just in Time.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas

DENNIS, Pascal. THE REMEDY: BRINGING LEAN THINKING OUT OF THE FACTORY TO TRANSFORM THE ENTIRE ORGANIZATION. Primera Edición. John Wiley & Sons. New Jersey, EE.UU 2010.

GOLDRATT, Eliyahu. NECESARIO PERO NO SUFICIENTE. Primera edición. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, 2000.

LOCHER, Drew. LEAN OFFICE AND SERVICE SIMPLIFIED. Primera edición. Taylor & Francis group. Florida, 2011.

JONES, Daniel, & WOMACK James. LEAN SOLUTIONS. Primera edición. Free Press. New York, 2005.

JONES, Daniel, & WOMACK James. LEAN THINKING: BANISH WASTE AND CREATE WEALTH IN YOUR CORPORATION. Segunda edición. Simon & Schuster. New York, 2003.

KAUFMAN, Josh. THE FIRST 20 HOURS. Primera edición. Penguin group. New York, 2013.

KAUFMAN, Josh. THE PERSONAL MBA: MASTER THE ART OF BUSINESS. Segunda edición. Penguin group. New York, 2010.

REINERSTEN, Donald. THE PRINCIPLES OF PRODUCT DEVELOPMENT FLOW. Primera edición. Celeritas Publishing. California, 2009.

SKAKOON, James G. THE ELEMENTS OF MECHANICAL DESIGN. Primera edición. ASME Press. New York, 2008.

WOMACK, Jim. GEMBA WALKS. Primera edición. Lean Enterprise Institute. Cambridge, 2011.

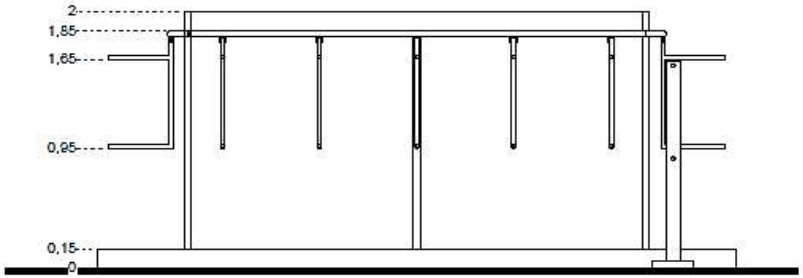
Referencias Electrónicas

KNIBERG, Henrik. & SKARIN, Mattias. Kanban y scrum: obteniendo lo mejor de ambos. [En línea].].[Consulta: 05 de mayo de 2013] Disponible en Web: http://semurat.wordpress.com/2010/01/28/kanban-y-scrum-obteniendo-lo-mejor-de-ambos-de-henrik-kniberg-mattias-skarin.

MELTON, Trish. The benefits of Lean Manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries? [En línea]. Glasgow. [Consulta: 27 de abril de 2013] Disponible en Web: http://mimesolutions.com/PDFs/WEB%20Trish%20Melton%20Lean%20Manufacturing%20July%202005.pdf.

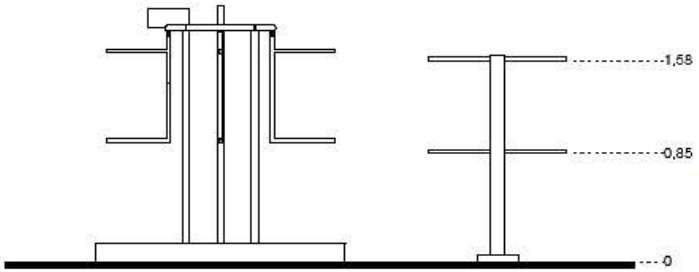
ANEXOS

ANEXO A-1. Estructura de flujo: Elevación frontal y lateral.



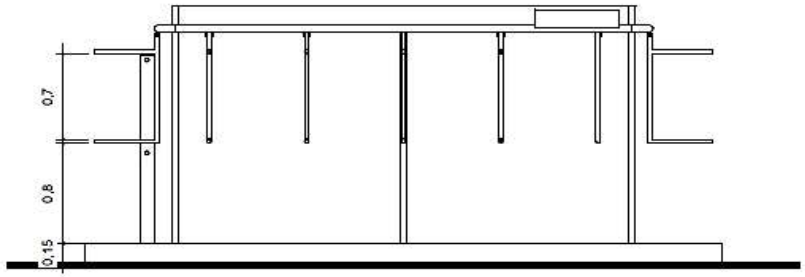
ELEVACION LAT. DERECHA

ESCALA.....1:50



ELEVACION FRONTAL

ESCALA.....1:50

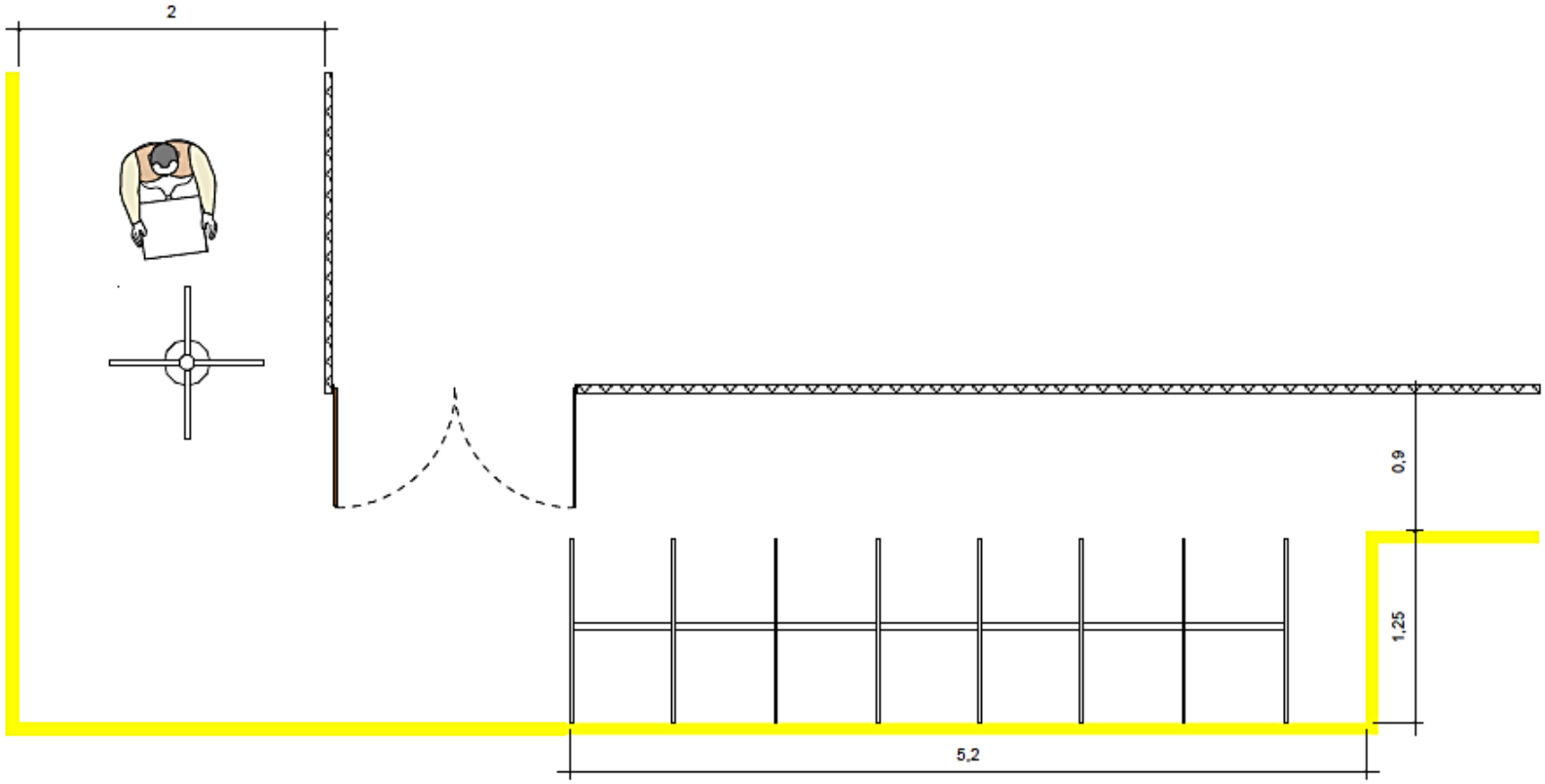


ELEVACION LAT. IZQUIERDA

ESCALA.....1:50

VISTA 3D

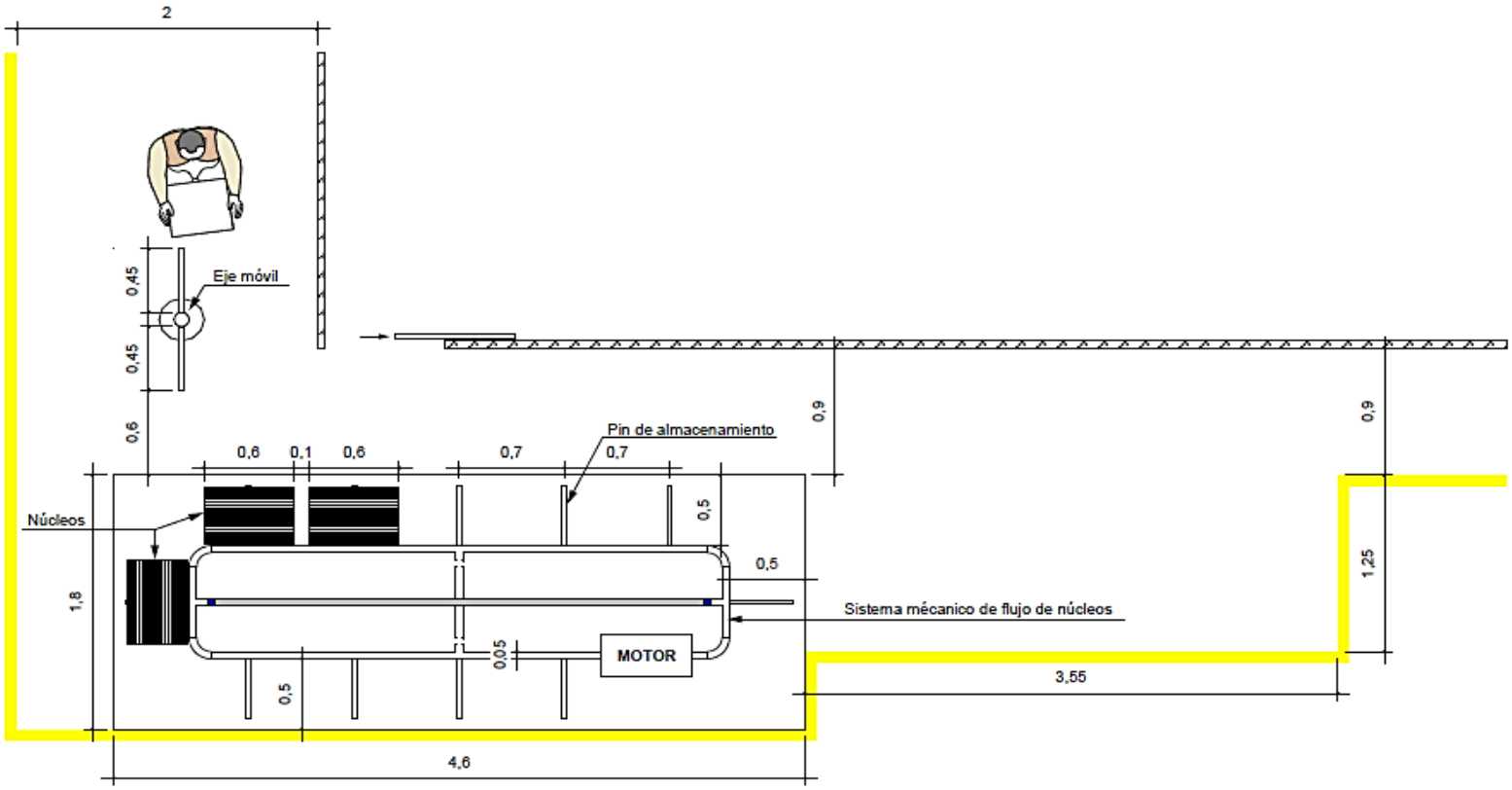
ANEXO A-2. Estado actual de Planta



PLANTA ESTADO ACTUAL

ESCALA.....1:50

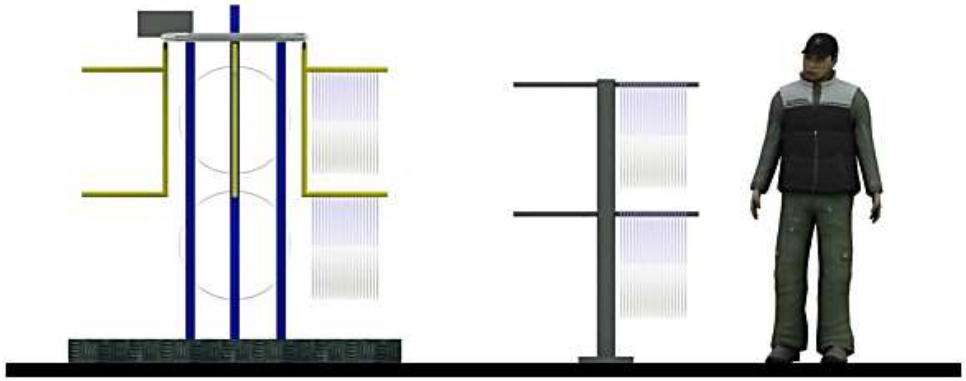
ANEXO A-3. Diseño de estructura de flujo en planta



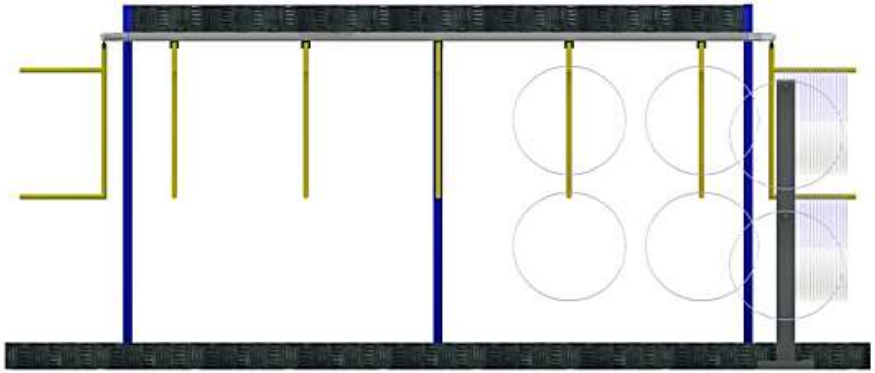
DISEÑO DE PLANTA (PROPUESTA)

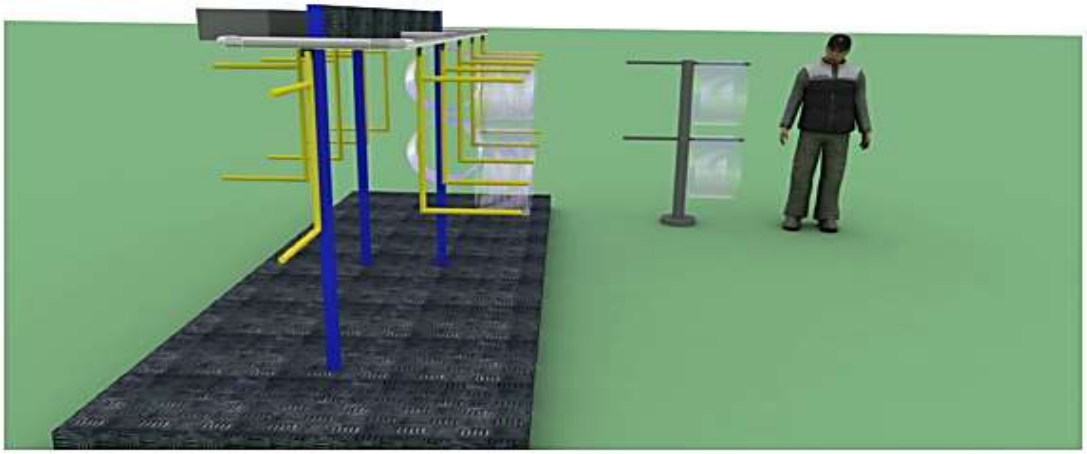
ESCALA.....1:50

ANEXO A-4. Diseño de estructura de flujo: Vista lateral y frontal



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

ANEXO A-5. Vistas en 3D: Diseño de estructura de flujo de núcleos