

Paniego, Juan Francisco ; Juárez Calvi, Ignacio Agustín

*Implementación de la cultura Lean en la
logística industrial*

**Trabajo Final de Ingeniería Industrial
Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central “San Benito Abad”. Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Paniego JF, Juárez Calvi IA. Implementación de la cultura Lean en la logística industrial [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería Industrial. Universidad Católica Argentina. Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, 2014. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/implementacion-cultura-lean.pdf> [Fecha de consulta:.....]



Pontificia Universidad Católica Argentina
Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas e Ingeniería

Trabajo Final
Implementación de la Cultura Lean
en la Logística Industrial

Alumnos:

Juan Francisco Paniego

Ignacio Agustín Juárez Calvi

Tutor:

Ing. Jorge Alejandro Mohamad

Tabla de contenido

Cultura Lean	3
Herramientas para implementar los conceptos Lean en un Depósito	6
Mapa de la Cadena de Valor	6
Introducción.....	6
Alcance de la Cadena de valor y familia de productos que se va a estudiar	7
Mapa de Valor de esa Familia (ValueStreamMap, VSM)	7
Mapa de la situación futura (Future Stream Map, FSM)	11
Introducción de la Empresa.....	13
Acerca de Cervecería y Maltería Quilmes	13
Gaseosas, Jugos e Isotónicos	14
Características de Planta Sur.....	15
Propuesta de Mejora a partir del ciclo PHVA	17
Planificación	18
1. Selección del tema	18
2. Definición del problema y fijación de objetivos	18
3. Descripción de los procesos involucrados.....	20
4. Diagrama de flujo	25
5. Layout y Diagrama de Recorrido	27
6. Mapa de la Cadena de Valor	31
Diagnóstico a partir del VSM	37
7. Brainstorming.....	47
8. Diagrama de Causa y Efecto	49
9. Ponderación de Causas	49
10. Ponderación acumulada de causas raíces.....	50
11. Plan de Acción.....	51
1) Balanceo de Mano de Obra inadecuado.....	51
2) Inadecuada distribución según rotación.....	53
3) Falta de camión para despacho	63
4) Falta de mantenimiento preventivo	68
5) Falta de estandarización del proceso.....	70
Conclusión.....	74
Bibliografía	77
Anexo 1: Fotos	78
Anexo 2: Toma de tiempos	82

Cultura Lean

El término Lean surge a raíz del Sistema de Producción Toyota (SPT) implementado por dicha automotriz en Japón en la década del 60. Por estos años Japón se encontraba en años de pos Segunda Guerra Mundial por lo cual su situación económica era muy desfavorable. En este contexto Toyota da en la cuenta que no posee los recursos excedentes que sí tenían las automotrices norteamericanas, las cuales dominaban ampliamente hasta aquel entonces el mercado.

De este modo reconociendo dicha inferioridad de recursos frente a sus competidores Toyota comienza a tomar acciones con el objetivo de eliminar desperdicios para bajar sus costos, como lo afirma Taiichi Ohno en su libro "The Toyota Production System". O sea, el Sistema de Producción Toyota es el resultado de una necesidad de obtener mejores resultados reduciendo los gastos y recursos asociados.

Para poder llevar a cabo esta eliminación de desperdicios (Muda) fue necesario un "esbeltamiento" del sistema productivo. Es decir eliminar toda acción que no contribuya al valor del producto percibido por el cliente. Esto es a grande rasgos lo que implica adoptar una cultura Lean dentro de una organización.

Ohno reconoce 7 tipos de desperdicios:

1) **Sobreproducción:** producir artículos para los cuales no existe demanda de cliente. el principio Lean es usar un sistema pull, o producir cuando lo demanda el cliente. Las empresas de servicios operan así por su propia naturaleza, sin embargo las manufactureras, históricamente han operado con un sistema push, fabricando productos contra stock (por previsión de la demanda), sin pedidos de cliente en firme. Todo lo que se produzca por encima de la demanda de cliente lleva consigo recursos de mano de obra y materia prima y por tanto es un desperdicio.

2) **Sobreproceso:** más procedimientos o procesos de los necesarios para alcanzar las exigencias del cliente.

3) **Defectos:** scrap, retrabajos, reprocesos e inspección. Los defectos de producción y los errores de servicio producen desperdicio de 4 maneras: consumo de materiales, mano de obra para reprocesar, mano de obra para retrabajar , mano de obra para atender las quejas del cliente.

4) **Transporte:** movimiento de personas y de piezas innecesario. Esto incluye transportar el trabajo en curso largas distancias, llevar y traer en camión a un almacén exterior. Lean obliga a que el material sea preparado para el envío directamente del proveedor al ensamblador donde será montado. El material debería ser entregado en el punto de uso. Esto se llama almacenamiento en el punto de consumo.

5) **Inventario:** exceso de materia prima, trabajo en curso o producto terminado. El inventario que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en el flujo de caja y emplea espacio valioso.

6) Movimiento: movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añade valor al producto. Esto está causado por un flujo de trabajo pobre, un layout incorrecto y unos métodos de trabajos inconsistentes o mal documentados.

7) Esperas: tiempo que durante el proceso productivo en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote, averías, cuellos de botella.

Para corregir estos desperdicios se fueron desarrollando y perfeccionando diversas herramientas que desarrollaremos más adelante.

En 1981 Shigeo Shingo, un ingeniero industrial japonés experto en el SPT, escribió "A Study of the Toyota Production System: Froman Industrial Engineering Viewpoint". En el mismo describe al SPT como el proceso por el cual se eliminan desperdicios por medio de la mejora continua de procesos. Según dicho autor la principal forma de llevar a cabo dicha mejora es mediante el mapeo de procesos y de este modo surge el "Mapeo del flujo de valor" (VSM: Value Stream Mapping).

Shingo fue quien incorporó el concepto de SMED (Single Minute Exchange of Die) mediante el cual se redujo drásticamente los tiempos de setup y se agilizaron los procesos productivos. De este modo se redujo unos de los siete desperdicios nombrados por Ohno y quizá el más importante: la sobreproducción.

Otro punto en el cual hace especial foco el autor es la auto-humanización. Shingo afirma que no se debe tratar de maximizar las horas máquinas sino que se debe maximizar las horas hombre. De este modo es necesario un entrenamiento cruzado de los operarios de modo que se encuentren capacitados para trabajar con diversas máquinas simultáneamente. Esto permitió una optimización del layout y la posibilidad de trabajar en estructuras celulares reduciendo otros desperdicios como ser el transporte innecesario.

En 1990 Womack, Jones and Roos escriben "The machine that changed the World: The Story of Lean Production", quizá el libro más emblemático en occidente de la bibliografía lean.

El mismo es a grande rasgos un estudio que examina el desarrollo, las condiciones y el potencial futuro de la industria automotriz realizando comparaciones entre las de occidente (principalmente las norteamericanas) y las de oriente (Japón).

El autor afirma que el productor Lean combina las ventajas de la producción artesanal y la producción en masa. El mismo se encuentra en la búsqueda de la perfección, que aunque no sea alcanzable, el proceso de buscarla genera resultados sorprendentes.

Según Womack una Planta Industrial verdaderamente Lean tiene dos características:

1. Transfiere la mayor cantidad de tareas y responsabilidades a aquellos operarios que realmente le están agregando valor al vehículo en la línea. Se elimina al supervisor de línea para generar equipos con sus propios líderes.
2. Poseen un sistema de detección de errores en el mismo lugar en que ocurren de modo que una vez descubiertos analizar su causa raíz y eliminarla de modo que no vuelva a ocurrir.

Dicho empowerment otorgado al operario le permitía realizar una parada de línea en caso que detecte algún error. Por el contrario en las grandes automotrices norteamericanas sólo Senior Managers tenían la facultad de hacerlo y únicamente era por problemas que afectaran la seguridad. Como resultado de esta práctica en un principio la cantidad de paradas de línea creció notablemente pero luego al ir solucionando las causas raíces dicho número cayó abruptamente.

En el libro Womack también realiza un contraste entre los dos principales exponentes de cada enfoque: General Motors (GM) y Toyota.

Una de las mayores diferencias radicaba en la visión de espacio de planta que era necesario para realizar un determinado volumen de producción.

Por un lado GM proponía grandes espacios destinados a la producción de modo poder trabajar en reparaciones de vehículos y asegurar el estibado del inventario necesario para garantizar una producción fluida y sin interrupciones.

Toyota creía en un espacio lo más pequeño posible de modo facilitar la comunicación cara a cara. El inventario junto a cada operario era menor a una hora, se mantenía un flujo correcto de materiales de modo que todos trabajaran al mismo ritmo y sólo se producía lo necesario.

Herramientas para implementar los conceptos Lean en un Depósito

Los almacenes que se crean para generar un pulmón intermedio entre la planta y los centros de distribución son considerados, según el concepto lean, como un desperdicio. Por eso el objetivo se basa siempre en eliminarlos o, si esto no es posible, minimizar el tiempo de estiba en los mismos.

Mejoras en un almacén a partir de los conceptos lean incluyen optimizar el flujo de los materiales, ordenes de piqueo, reubicación de las paletas y operaciones de cross-docking que ayudan a disminuir el tiempo de almacenamiento.

La implementación de lean en un almacén comienza con la construcción del mapa de la cadena de valor (VSM). Después de realizar un diagnóstico de la situación actual del almacén, las mejoras pueden ser desarrolladas más eficientemente. Se utilizarán otras técnicas además del VSM con el objetivo de mejorar aún más el diagnóstico de la situación actual. Esas técnicas son *Diagrama de Flujo*, *Diagrama de Recorrido* y *Layout* de la planta.

A pesar de que muchas técnicas lean son difícil de aplicar en un almacén, el concepto de "pensar en lean" para mejorar el flujo de materiales y eliminar desperdicios puede ser utilizado para mejorar los lead times de despacho a los centros de distribución. El concepto lean no es simplemente una aplicación directa de ciertas herramientas sino que también incluye una forma de pensar, un forma de ver posibles mejoras en cualquier parte de la organización con el objetivo de mejorar los procesos.

Esta forma de pensar debe estar presente en todos los integrantes del almacén, sin importar el nivel dentro de la organización. Las iniciativas de mejora deben surgir de abajo hacia arriba y es por ello que se le debe dar una gran participación a los operarios que están en contacto diario con las actividades dentro del depósito. Las actividades de *brainstorming* serán de vital importancia para diagnosticar los desperdicios dentro del almacén y para poder alcanzar las mejoras deseadas.

Mapa de la Cadena de Valor

Introducción

El Mapa de la Cadena de Valor, más conocido por su nombre en inglés, ValueStreamMapping (VSM) es una herramienta de gran utilidad para comenzar a implementar los conceptos lean dentro de un almacén.

El VSM es una representación visual a partir de simples iconos y gráficos del conjunto de todas las actividades involucradas para realizar un producto específico o servicio desde la recepción de la materia prima hasta su entrega final al cliente. Permite ver todas las actividades involucradas dentro del proceso facilitando la determinación de las acciones que no agregan valor en el producto final desde el punto de vista del cliente. Además, ayuda a detectar fuentes de ventaja competitiva y a establecer un lenguaje común entre todos los usuarios del proceso.

La representación de la cadena de valor servirá luego como base de la implementación de un plan de mejora del proceso.

El método se basa principalmente en cuatro pasos:

1. Determinar alcance de la Cadena de valor y familia de productos a estudiar
2. Mapa de Valor de esa Familia (Value Stream Map, VSM)
3. Dibujar el mapa de la situación futura (Future Stream Map, FSM)
4. Elaborar un Plan de Trabajo para pasar del VSM al FSM

Alcance de la Cadena de valor y familia de productos que se va a estudiar

En primer lugar, se debe seleccionar una o más personas que conozcan el proceso que se va a mapear. Estas personas deben tener una actitud positiva al cambio y mente abierta para poder sugerir cualquier tipo de mejora y reconocer aquellas actividades que no agregan valor al producto final.

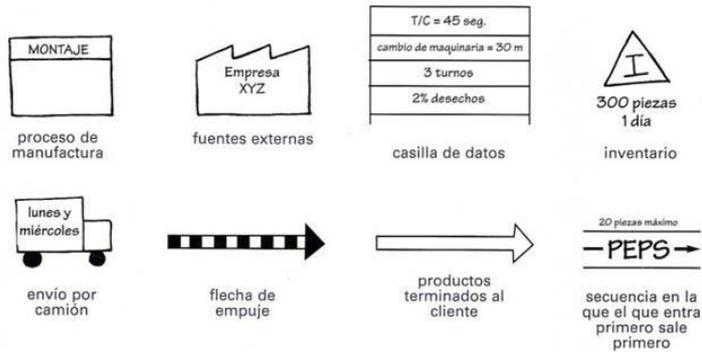
Luego, será importante determinar el alcance del VSM. Si se va a estudiar los movimientos dentro de un almacén, sin lugar a dudas se debe analizar en detalle las distintas acciones involucradas dentro de las cuatro paredes del depósito. Pero, además, será necesario analizar la influencia de los procesos de la logística externa en el almacén para decidir si será relevante incluirlas en el mapa. Es decir, se debe determinar la relación de la logística de aprovisionamiento y la de distribución con las operaciones involucradas dentro del almacén.

En tercer lugar, deberá reducirse este alcance del VSM a una familia de productos determinada. Una familia de productos se refiere al conjunto de productos que involucran en su mayoría las mismas operaciones y equipos. Se deberá seleccionar un criterio para agrupar productos cuando existe una gama muy grande de los mismos. Los criterios posibles pueden ser: Tipo de Producto, Mercado, Clientes, Grado de Contacto con el Cliente, Volumen de Venta, Patrones de Pedido, Base Competitiva, Tipo de Proceso, Característica de Producto, entre otros.

Mapa de Valor de esa Familia (ValueStreamMap, VSM)

Para la elaboración de los mapas se utilizan una serie de símbolos estándar entre los cuales cabe destacar:

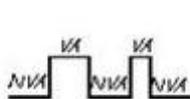
ICONOS DEL FLUJO DE MATERIAL



ICONOS GENERALES



ICONOS DE INFORMACIÓN



Valor agregado y no valor agregado

Después del mapeo, en la parte inferior del mismo, de plasma los tiempos de cada operación, así como los de inventario. Los tiempos anotados en la parte superior de la cresta del icono se refieren a los tiempos de valor agregado; o sea son los tiempos en los cuales se realiza la transformación al producto. Los tiempos que se anotan en la parte inferior, corresponde a los que no generan valor agregado al producto (tiempos de espera).

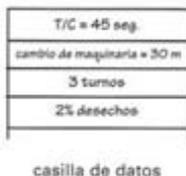
A partir de la simbología presentada, para lograr el mapeo de la cadena de valor es recomendable seguir los pasos mostrados a continuación:

1. Dibujar y ubicar en el mapa los iconos del Cliente, proveedor y control de producción (Simbología: el cliente y proveedor como fuentes externas y el control de producción como proceso de manufactura).



2. Ingresar los requisitos del Cliente por mes y por día (Simbología: casilla de datos). Debe incluir:

- i. Cantidad de piezas demandada por día
- ii. Cantidad de piezas demandada por mes



3. Calcular la producción diaria y los requisitos de contenedores (Simbología: Casilla de Datos). Debe incluir:

- i. Cantidad de piezas producidas por día
- ii. Cantidad de contenedores/camiones demandados por mes

4. Dibujar el icono que sale de embarque al Cliente y el camión. Debe incluir:

- i. Frecuencia de entrega.

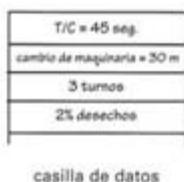


5. Dibujar el icono que entra a recibo proveniente del proveedor y el camión (Misma simbología que el punto 5). Debe incluir:

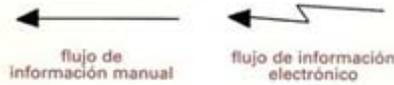
- i. Frecuencia de entrega.

6. Agregar las cajas de los procesos en secuencia, de izquierda a derecha, empezando desde el recibo de la materia prima hasta el almacenamiento del producto final.

7. Agregar las cajas de datos abajo de cada proceso y la línea de tiempo debajo de las cajas.



8. Agregar las flechas de comunicación y anotar los métodos y frecuencias.



9. Obtener los datos de los procesos y agregarlos a las cajas de datos. Obtenerlos directamente cronometrándolos. Los posibles datos del proceso a obtener son los siguientes:

- i. Tiempo del Ciclo (CT): Es el tiempo que pasa entre la fabricación de una pieza o producto completo y la siguiente.
- ii. Tiempo del valor agregado (VA): Es el tiempo de trabajo dedicado a las tareas de producción que transforman el producto de tal forma que el Cliente esté dispuesto a pagar por el producto.
- iii. Tiempo de cambio de modelo (CO): Es el tiempo que toma para cambiar un tipo de proceso a otro. Tiempo de puesta a punto. (Un cambio de color a otro, etc.)
- iv. Número de personas (NP): El número de personas requeridas para realizar un proceso particular.
- v. Tiempo Disponible para Trabajar (EN): Es el tiempo de trabajo disponible del personal restando descansos por comidas, ir al baño, etc.
- vi. El plazo de Entrega - Lead Time (LT) Es el tiempo que se necesita para que una pieza o producto cualquiera recorra un proceso o una cadena de valor de principio a fin.
- vii. % del Tiempo Funcionando (Uptime) Porcentaje de tiempo de utilización o funcionamiento de las máquinas. Confiabilidad de la máquina.
- viii. Cada pieza Cada... (CPC): Es una medida del lote de producción, cada cuanto cambia de modelo (...cada día, cada turno, cada hora, etc.) Determinar qué datos reunir y reunir el mismo conjunto de datos en cada paso del proceso. Las medidas del tiempo siempre deben estar en segundos por consistencia y fácil comparación.

10. Agregar los símbolos y el número de los operadores en cada proceso.



11. Agregar los sitios de inventario y niveles en días de demanda y el gráfico o icono más abajo

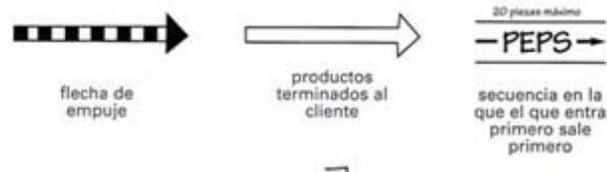


Los Niveles de Inventario se pueden convertir a tiempo de las siguientes formas:

$$NI_1 = \frac{\text{Cantidad de Inv} \times \text{Tiempo Takt}}{\text{Tiempo Disponible Diario}}$$

$$NI_2 = \frac{\text{Cantidad de Inv}}{\text{Requerimiento diario del cliente}}$$

12. Agregar las flechas de push, depull y de primeras entradas primeras salidas.



13. Agregar otra información que pueda ser útil.
14. Agregar los datos de tiempo, turnos al día, menos tiempos de descanso y tiempo disponible.
15. Agregar las horas de trabajo valor agregado y tiempos de entrega en la línea de tiempo ubicada al pie de los procesos.
16. Calcular el tiempo de ciclo de valor agregado total y el tiempo total de procesamiento.

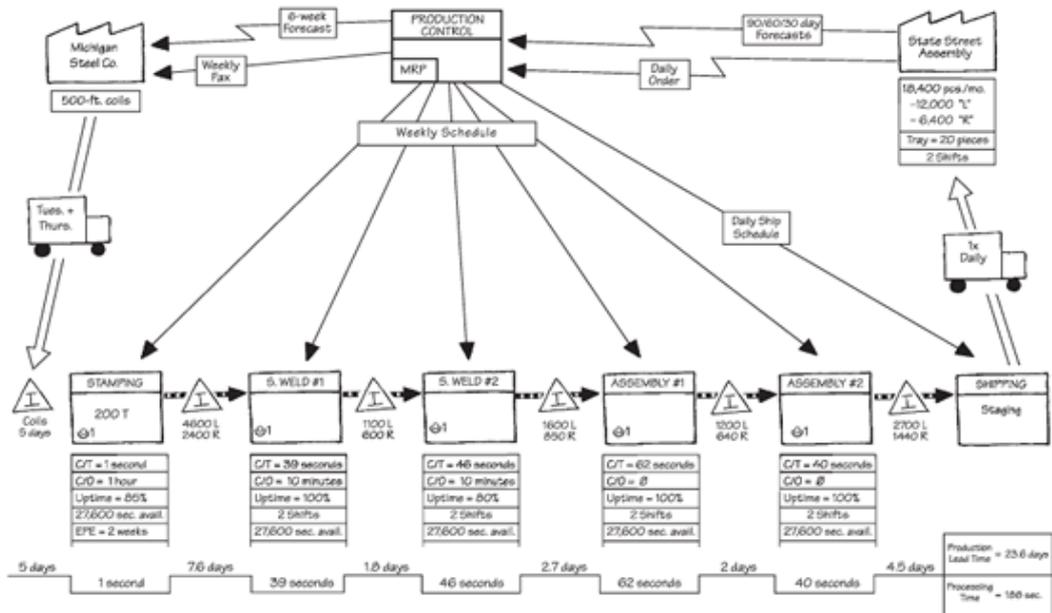
Mapa de la situación futura (Future Stream Map, FSM)

Una vez mapeada la situación actual y analizado los distintos desperdicios dentro del proceso, debe desarrollarse un mapa de la situación futura en donde se pueden ver las distintas mejoras a implementar y la eliminación de las distintas actividades que no agregaban valor al proceso.

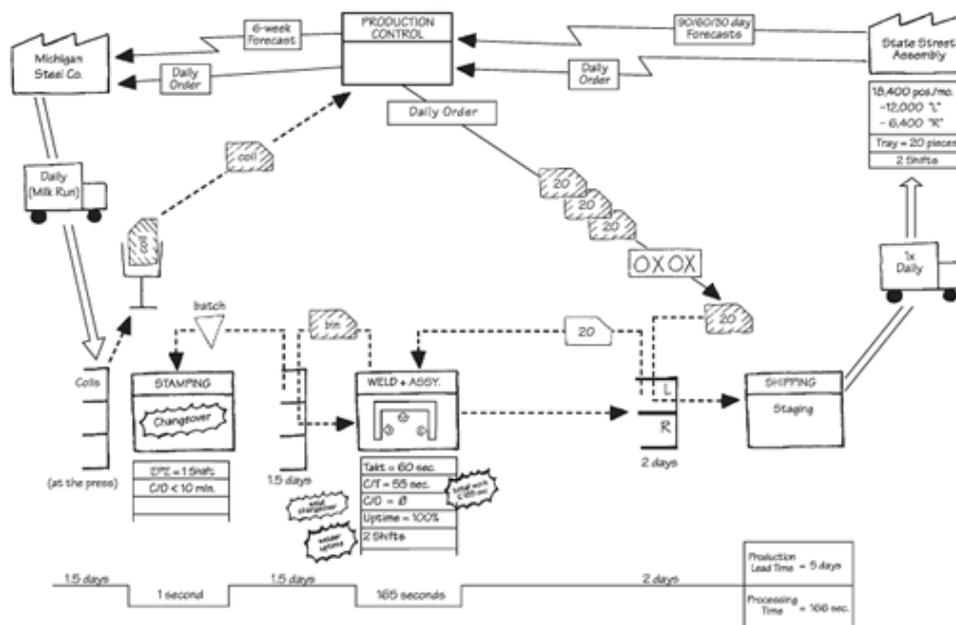
El mapa de la situación futura puede incluir reducción de algunos tiempos medidos, cambios sugeridos en actividades ya existentes, eliminación de algunas que no agregaban valor o bien la incorporación de nuevas acciones que impliquen una mejora en el proceso.

Un simple mapa de la situación futura no alcanzará para lograr las mejoras deseadas. Además es imprescindible desarrollar un plan de trabajo en donde se indique de qué forma se alcanzarán estos cambios deseados.

Current-State Value-Stream Map



Future-State Value-Stream Map



Ejemplo de un Mapa de Cadena de Valor (CurrentValueStreamMap) y su Mapa de la situación Futura (FutureStateValueStreamMap)

Introducción de la Empresa

Acerca de Cervecería y Maltería Quilmes

Cervecería y Maltería Quilmes es una de las compañías de bebidas más importantes de la región. Produce, elabora, distribuye y comercializa cervezas, gaseosas, aguas minerales, jugos e isotónicos, en alianza con empresas internacionales líderes como PepsiCo y Nestlé.

La Compañía tiene una dotación de 4.700 empleados en su Estructura Central, 11 plantas y 8 centros de distribución. Además, cuenta con una red de más de 200 distribuidores independientes.

Desde su creación en 1890, Cervecería y Maltería Quilmes ha construido una trayectoria de compromiso responsable con el desarrollo social y económico de la Argentina. Cervecería y Maltería Quilmes forma parte del grupo InBev, la compañía cervecera líder en el mundo, con sede en Leuven, Bélgica. InBev cuenta con un portfolio de más de 200 marcas y con operaciones en más de 30 países.



La empresa posee plantas en Quilmes, Nueva Pompeya, Zárate, Córdoba, Tres Arroyos, Corrientes, Trelew, Tucumán y Mendoza. Su volumen de venta en el negocio de cervezas es de aproximadamente un total de 17 millones de hectolitros al año. También exporta su marca insignia Quilmes a varios países de Sudamérica, a España, a Estados Unidos, y Australia, entre otros.

QUINSA

La compañía internacional Quilmes Industrial S.A. (QUINSA) es un holding centrado en Luxemburgo que controla Quilmes, y franquicia productos PepsiCo, incluyendo Gatorade y Tropicana, en Argentina y Uruguay.

Quinsa es dueña de 30% de Quilmes, con 53% de los derechos de voto dentro de la corporación.

En 2002, La compañía brasileña AmBev compró 37.5% de Quilmes S.A. en un acuerdo que dio AmBev control de la marca Quilmes en Argentina. La fusión de las dos compañías creó, por un momento, el tercer productor de bebidas más grande del mundo.

En 2004 Ambev e Interbrew se fusionaron para formar InBev, integrando a Quilmes dentro del portfolio de la anterior. InBev se convirtió en la segunda cervecería más grande del mundo,

para luego convertirse en la más grande al unirse con Anheuser-Busch en 2008 para crear Anheuser-Busch InBev.

En 2006 AmBev incremento su porción de acciones hasta el 91%, tomando efectivamente el control total de Quilmes.

Gaseosas, Jugos e Isotónicos

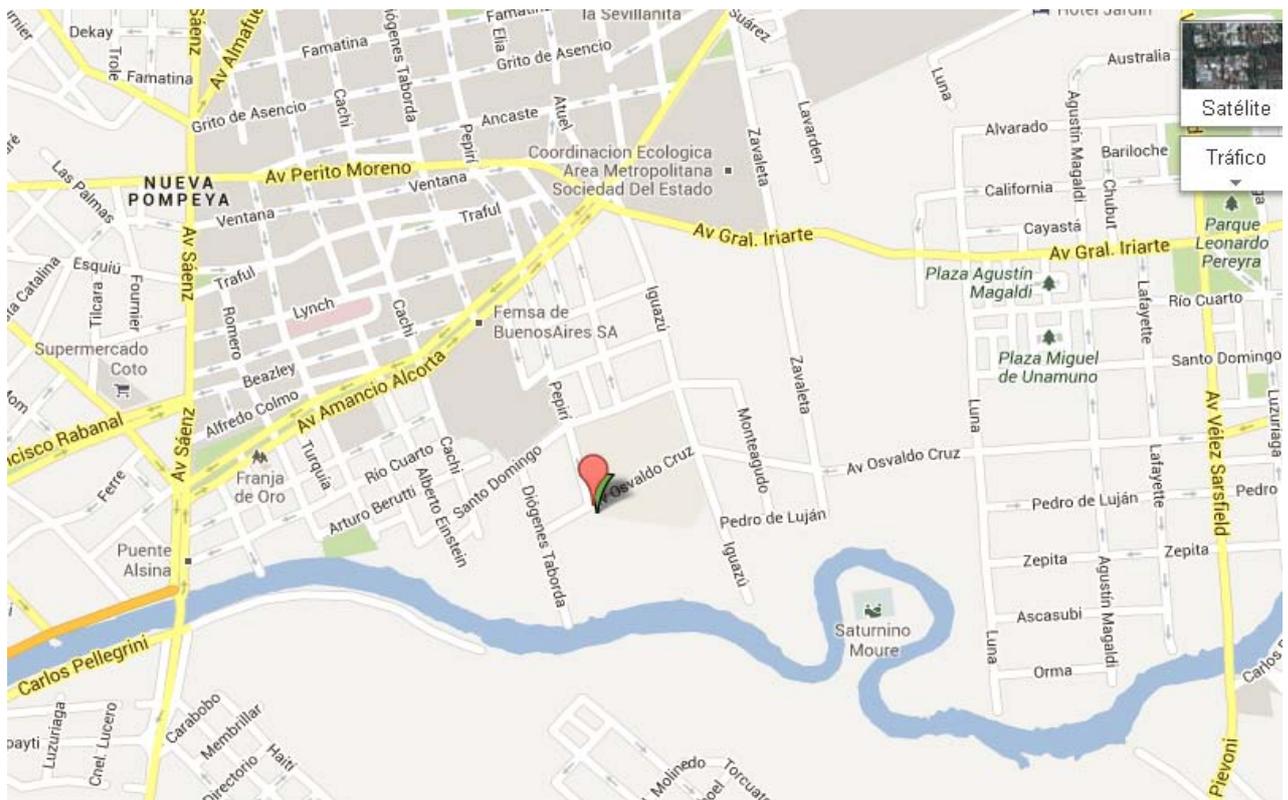
En 2005 Cervecería y Maltería Quilmes consolidó la franquicia para producir, distribuir y comercializar en la Argentina toda la línea de productos de Pepsico: Pepsi, Pepsi Max, Pepsi Light, Pepsi Kick, Seven Up, Seven Up Light, Mirinda, Paso de los toros, Paso de los Toros pomelo Light, la línea de aguas saborizadas H2Oh! (Pink, Limonetto, Lima Limón, Naranja), Gatorade (Frutas Tropicales, Cool Blue, Manzana) y Tropicana.



Características de Planta Sur

Planta Sur es la mayor productora de gaseosas marca Pepsi, 7UP, Mirinda y Paso de los Toros de la región. Diariamente produce 25.000 hectolitros y embotella 1,1 millón de unidades. El volumen que gestiona este complejo industrial representa el 70% del total de bebidas PepsiCo que se consume en la Argentina y cerca del 25% de gaseosas que produce el grupo InBev, del que forma parte Cervecería y Maltería Quilmes, en todo el mundo.

La planta está ubicada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Osvaldo Cruz 4004, Pompeya, CABA.



La misma cuenta con una superficie total de 137.000 m² y una superficie cubierta de 66.000 m².

Diariamente produce 25.000 hectolitros y embotella 1,1 millón de unidades. Cuenta con 12 líneas de envasado:

Línea	Calibre	Capacidad nominal (Hlts/h)	Tipo
L 1	V 237 OW	47,4	Vidrio OW
L 3	P 2000	360	PET
L 3	P 2250	360	PET
L 4	P 1500	345	PET
L 4	P 3000	330	PET
L 5	V 350	78,4	Vidrio retornable
L 5	V 1250	250	Vidrio retornable
L 6	L 354	212,4	Lata
L 7	P 2250	346,5	PET
L TBA 8	T 1000	60	Tetra Pak
L TBA 9	T 200	12	Tetra Pak
L BIB	10 LT	25,5	Bag in Box
L BIB	20 LT	69,0625	Bag in Box
L 10	P 500	225	PET
L 10	P 1500	345	PET
L 21	V 473 OW	81,73	Vidrio OW
L 22	P 500 G	112,5	PET
L 22	P 1250	93,75	PET



La planta ubicada en el barrio porteño de Pompeya es el centro de producción más importante de gaseosas y aguas saborizadas de la Compañía en la región

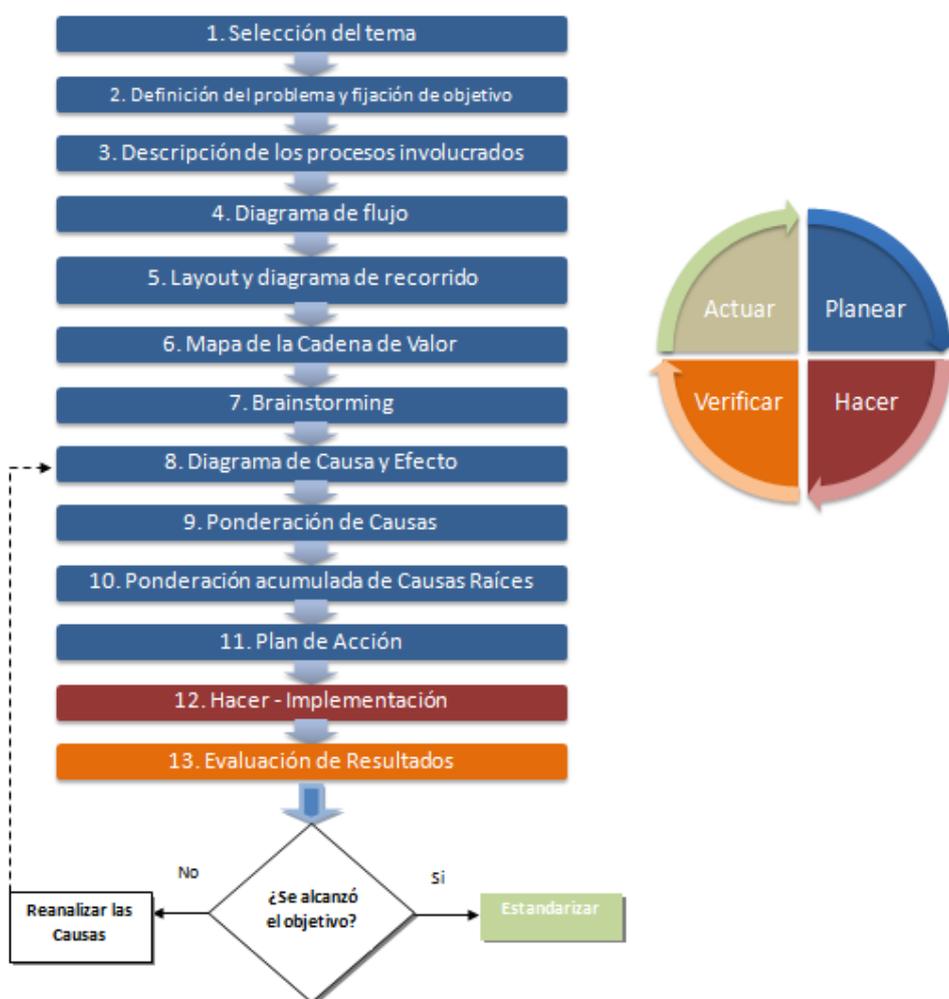
Propuesta de Mejora a partir del ciclo PHVA

Para afrontar el trabajo de manera simple y organizada, se partirá en base al ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). El ciclo PHVA es una herramienta de mejora continua de simple aplicación que puede ayudar mucho en la realización de las actividades de una manera eficaz. Por lo tanto, la aplicación de esta herramienta proporcionará una guía básica para la gestión de las actividades que se desarrollarán en el trabajo.

Durante la etapa de planificación se clarificará el problema a abordar, se definirán los objetivos y se implementarán todas las herramientas necesarias para diagnosticar las principales causas y efectos del conflicto. Finalmente, se verán las distintas implementaciones posibles para alcanzar los objetivos propuestos

En la tercera etapa se llevan a cabo las distintas implementaciones propuestas en la planificación. Y, por último, las últimas dos etapas forman parte del proceso de mejora continua. Aquí se verifica si se llegaron a los resultados deseados y, en caso contrario, se reanalizan las causas para intentar alcanzar nuevamente los objetivos propuestos.

Estas últimas tres etapas superan el alcance de este trabajo ya que se precisa de la posibilidad de llevar a cabo y verificar las soluciones de mejora planteadas.



Planificación

1. Selección del tema

El estudio a realizar se centrará en los movimientos de producto terminado desde las líneas de producción hasta que el mismo es almacenado en el depósito para luego ser cargado en los camiones para su despacho.

2. Definición del problema y fijación de objetivos

Actualmente la salida diaria pico de producto terminado desde planta se encuentra en el orden de las 2700 paletas. En promedio por día se producen entre 2000 y 3000 paletas que como mencionamos son almacenadas en el depósito de producto terminado.

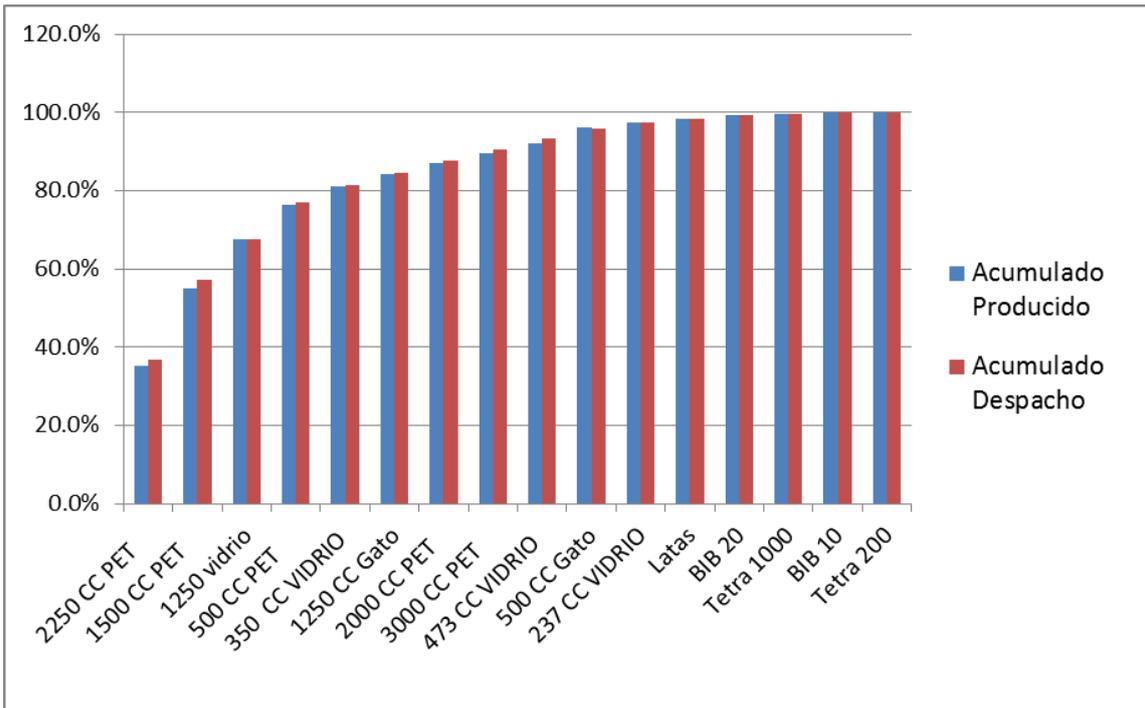
La capacidad actual del almacén es de 3800 paletas por lo cual cuando el ritmo de salida de producto (XXXX) desde planta es inferior al ritmo de salida de producto desde las líneas, puede ocurrir que deba pararse la producción por falta de espacios.



Los datos extraídos para realizar el estudio están comprendidos entre Enero y Junio del 2013.

Paletas producidas y despachadas por calibre (Enero 2013 – Junio 2013)

Calibre	Paletas producidas	Paletas despachadas	Porcentaje producido	Acumulado Producido	Porcentaje despacho	Acumulado Despacho
2250 CC PET	118968	117673	35.3%	35.3%	36.8%	36.8%
1500 CC PET	66132	64869	19.6%	54.9%	20.3%	57.1%
1250 vidrio	43209	33746	12.8%	67.7%	10.6%	67.6%
500 CC PET	29079	29473	8.6%	76.3%	9.2%	76.9%
350 CC VIDRIO	15587	14436	4.6%	81.0%	4.5%	81.4%
1250 CC Gato	10736	10543	3.2%	84.2%	3.3%	84.7%
2000 CC PET	9599	9660	2.8%	87.0%	3.0%	87.7%
3000 CC PET	8874	9337	2.6%	89.6%	2.9%	90.6%
473 CC VIDRIO	8587	8590	2.5%	92.2%	2.7%	93.3%
500 CC Gato	13208	8276	3.9%	96.1%	2.6%	95.9%
237 CC VIDRIO	4169	4465	1.2%	97.3%	1.4%	97.3%
Latas	3810	3578	1.1%	98.5%	1.1%	98.4%
BIB 20	2784	2815	0.8%	99.3%	0.9%	99.3%
Tetra 1000	876	882	0.3%	99.5%	0.3%	99.6%
BIB 10	951	861	0.3%	99.8%	0.3%	99.8%
Tetra 200	571	547	0.2%	100.0%	0.2%	100.0%



Se puede observar claramente la similitud de los valores de lo despachado frente a lo producido. El depósito de Planta sólo se utiliza como pulmón en la carga de camiones, que transportan el producto hacia los centros de distribución. (en vista al escaso porcentaje que representan los calibres BIB 10 Lts, BIB 20 Lts, Tetra 1000 cc y Tetra 200 cc los mismos no serán tenidos en cuenta a la hora de realizar el estudio)

El objetivo del presente proyecto es alcanzar un promedio de salida de 3500 paletas diarias, pudiendo llegar a un pico de 3700 paletas. La propuesta es alcanzar dichos valores optimizando los recursos ya existentes y sin la necesidad de invertir grandes sumas de dinero.

3. Descripción de los procesos involucrados

La logística de Producto Terminado de la Planta consta básicamente de dos tareas:

- 1) La atención a las líneas.
- 2) La carga de camiones.

El personal vinculado directamente a la operación de la atención a las líneas y carga de los camiones está compuesta de la siguiente manera:

- 6 operarios por turno en la carga
- 6 operarios por turno en las líneas
- 1 piquero por turno
- 3 verificadores por turno

Los turnos varían según:

A) Temporada baja

- 1) Noche: Lun 00 Hs a 06 Hs
 Lun a Vie 22 Hs a 06 Hs
- 2) Tarde: Lun a Vie 14 Hs a 22 Hs
- 3) Noche: Lun a Vie 06 Hs a 14 Hs
 Sab 06 Hs a 13 Hs

B) Temporada alta

- 1) Noche: Lun a Dom 22 Hs a 06 Hs
- 2) Tarde: Lun a Dom 14 Hs a 22 Hs
- 3) Mañana: Lun a Dom 06 Hs a 14 Hs

Se trabajan 7 días corridos y descansan 2 por lo cual se agrega un turno más.

Durante la jornada cada operario de la carga y de las líneas trabaja aproximadamente una hora cada dos por lo cual generalmente hay 8 trabajando simultáneamente (4 en zona de producción y 4 en los docks de carga).

1) Atención a las líneas

Una vez que el producto es envasado y estrechado pasa a la paletizadora donde se consolidan los bultos en una paleta. De allí se traslada por rodillos a un pulmón donde aguarda ser retirado por el autoelevadorista. La capacidad de almacenamiento del pulmón varía según cada línea.

Los operarios trabajan con autoelevadores de doble uña por lo cual retiran de a dos paletas que estiban en el depósito.



Otra de las funciones de los operarios es la alimentación de las líneas 1 (237 cc) y línea 21 (Gatorade 473 cc) con botellas OW y el transporte de envases retornables a la línea 5 (350 cc y 1250 cc). Frente a estas líneas se colocan pulmones de envases o botellas según corresponda.

En tercer lugar deben también transportar paletas vacías a todas las líneas para alimentar la paletizadora.

2) Carga de camiones

El camión ingresa a la Planta donde en primera instancia la vigilancia corrobora que tenga todos los documentos y elementos de seguridad necesarios. De allí se dirige al puesto de los verificadores.

Los verificadores le asignan una orden de carga de acuerdo al transporte que sea. El personal de Tráfico ubicado en las oficinas centrales de Quilmes organiza el día previo los distintos viajes que le corresponderán a los distintos transportes basados en el programa de producción que envían desde Planta. Se trabaja generalmente con 7 empresas de transporte:

1. Maxidiesel
2. Frida
3. Logística Facundo
4. Río de las Vueltas

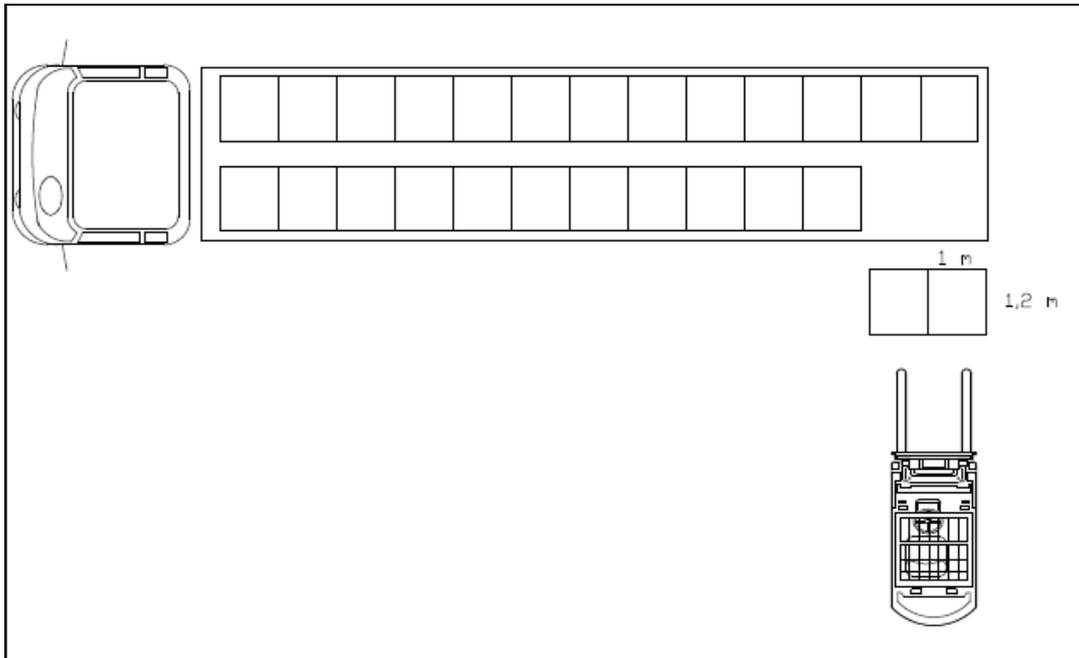
5. Laurenzano
6. Lastau
7. Express

Una vez que el chofer ya posee la orden de carga, rodea el parque de envases y se dirige hacia una cola de camiones donde aguarda que le asignen un dock para cargar.



Luego de posicionar el camión le entrega a un guinchero la orden y se procede a la carga. El operario se dirige al depósito correspondiente y retira de a dos paletas ya que trabajan también con autoelevadores de doble uña.

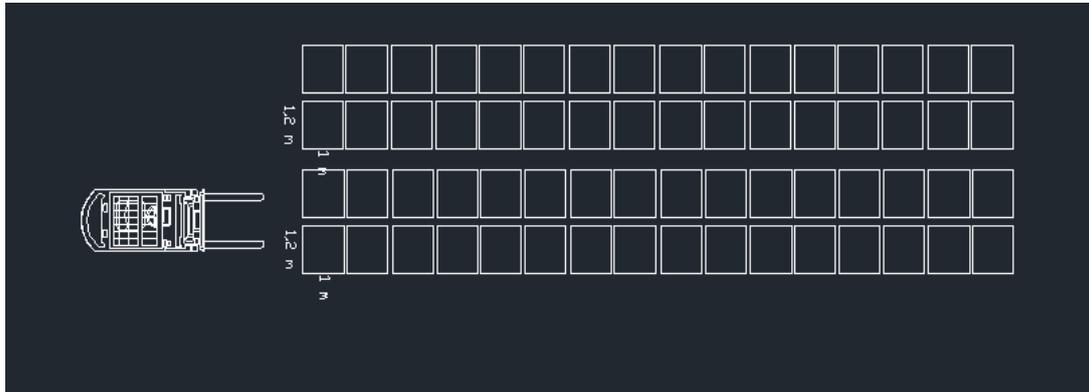
Como se mencionó previamente, las paletas utilizadas en el almacén tienen dimensiones de 1 x 1.2m. Cabe hacer esta aclaración ya que los camiones que retiran productos de la planta son de carga lateral y las paletas son cargadas en los mismos del lado de 1m.



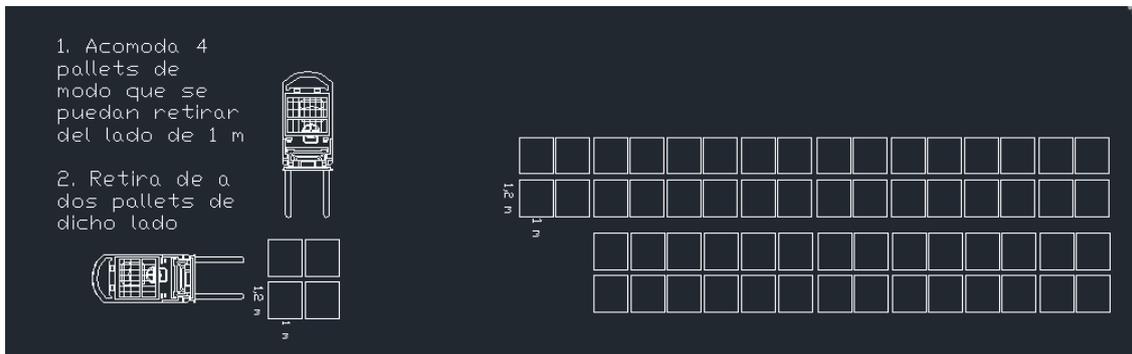
Debido a la disposición de las líneas, las paletas salen perfiladas del lado de 1.2m. Por lo tanto, las paletas tienen que ser retiradas por los autoelevadores por este mismo lado (estas paletas son retiradas de a dos por operar con doble uña)



Al dirigirse al almacén, las paletas son dispuestas en estibas cuyo ancho es de 1.2m.



En la carga, uno o dos de los operarios trabajan para retirar las paletas de su estiba y reacomodarlas de manera tal que las maquinas encargadas de la carga al camión puedan levantar las paletas del lado de 1m.



Finalizada la carga, el chofer rodea nuevamente el parque de envases y se dirige hacia la oficina de los verificadores donde se corrobora que lo cargado corresponda a lo asignado. Mientras, el chofer procede al enlonamiento del camión para luego retirarse.

AUTOELEVADORES

Se disponen de 15 autoelevadores dobles en total:

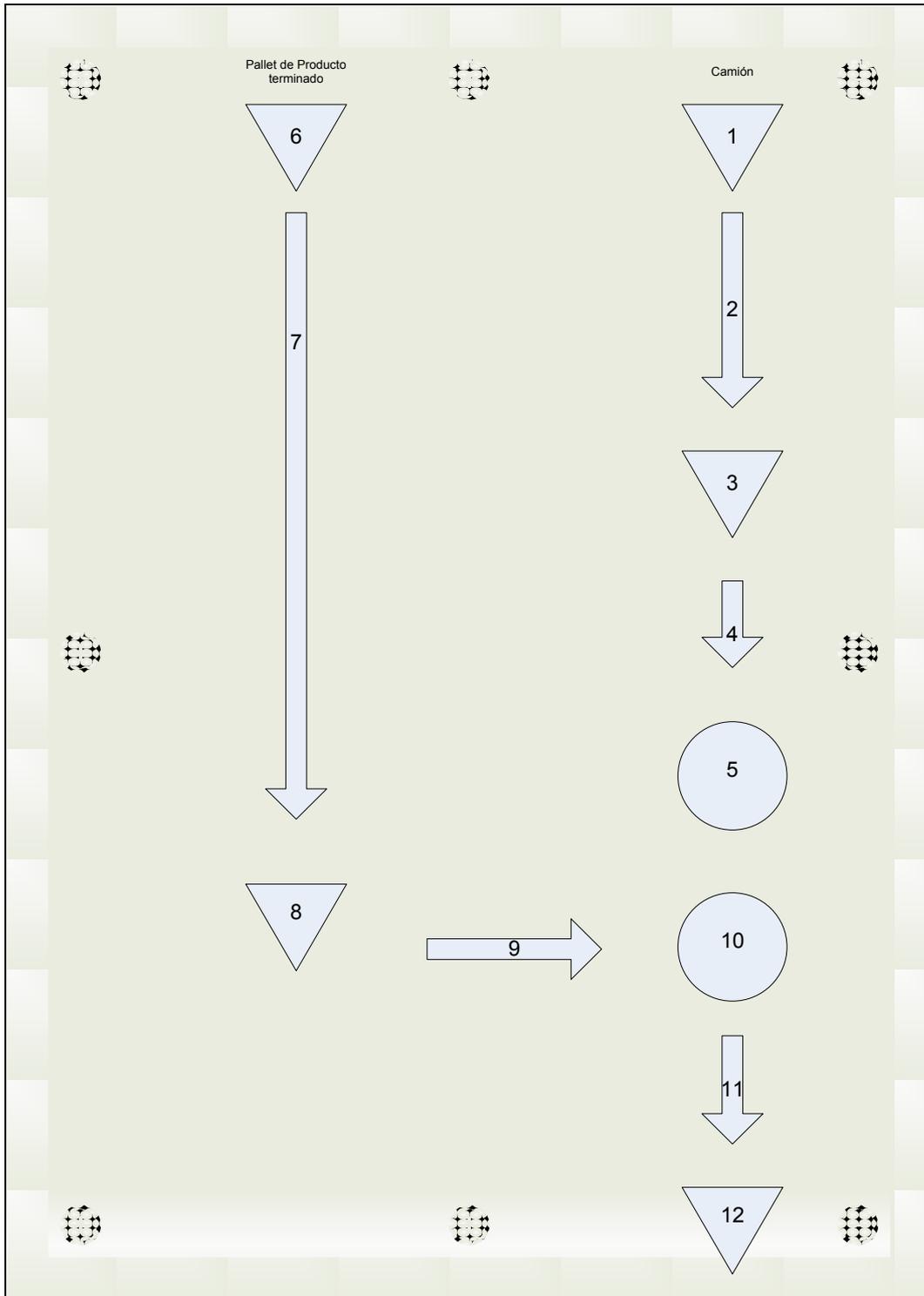
- ★ 8 Linde
- ★ 2 Toyota
- ★ 5 Caterpillar

Por mantenimiento y desperfectos que les pudieran ocurrir generalmente hay 10 disponibles. Los autoelevadores trabajan con GLP teniendo una autonomía de 6,5 horas.

Para operar en condiciones normales se requieren al menos 8 autoelevadores, de los cuales 4 atienden las líneas y 4 trabajan en la carga.

4. Diagrama de flujo

Diagrama de flujo del Proceso (Simbología ASME1)



¹ American Society of Mechanical Engineers

Camión:

- 1) El camión ingresa a la Planta y se registran en la oficina de los verificadores.
- 2) Rodea el parque de envases y se dirige en dirección hacia los docks de carga.
- 3) El chofer aguarda que se libere un dock de carga.
- 4) El camión se dirige hacia el dock.
- 5) El chofer posiciona el camión de culata en el dock.

Producto terminado:

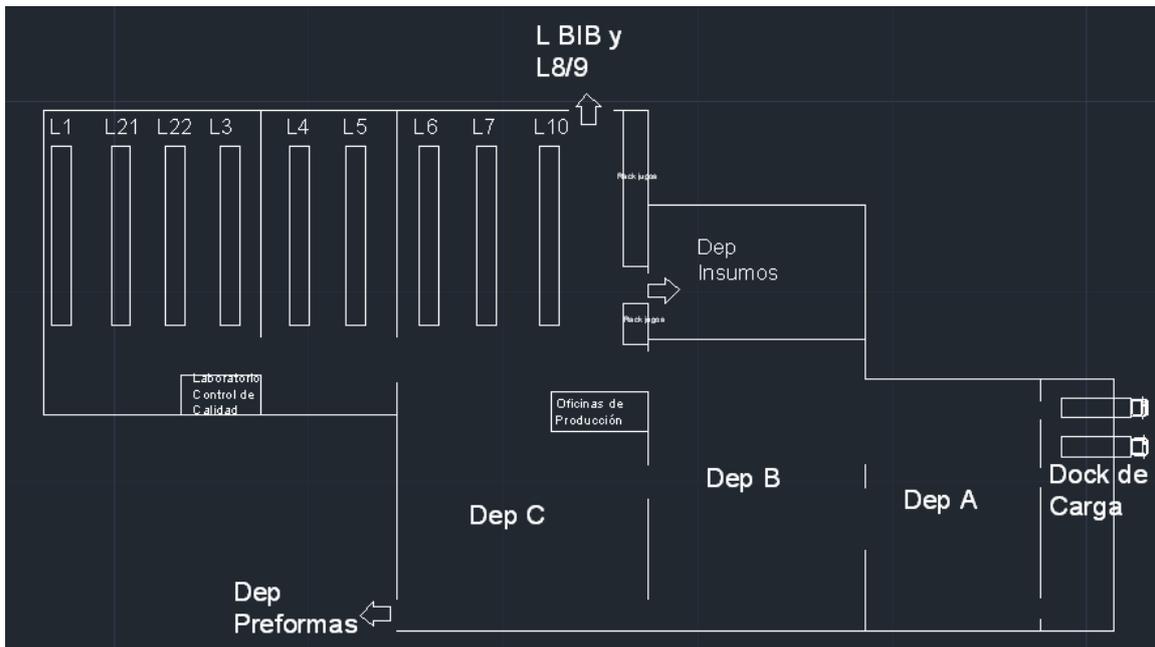
- 6) Luego de ser estrechado, el pallet de producto terminado aguarda ser retirado de la palletizadora de cada línea de producción.
- 7) El pallet es transportado mediante autoelevador de uña doble hacia el depósito (A, B o C).
- 8) Se estiba el pallet.
- 9) El autoelevadorista transporta el pallet hacia el dock de carga.
- 10) El autoelevadorista carga el pallet en el camión.

Camión cargado de Producto Terminado:

- 11) El camión se retira cargado del dock de carga.
- 12) Se detiene en la oficina de verificadores donde se corrobora lo cargado y se retira.

5. Layout y Diagrama de Recorrido

A grandes rasgos el layout del sector a estudiar es el siguiente:

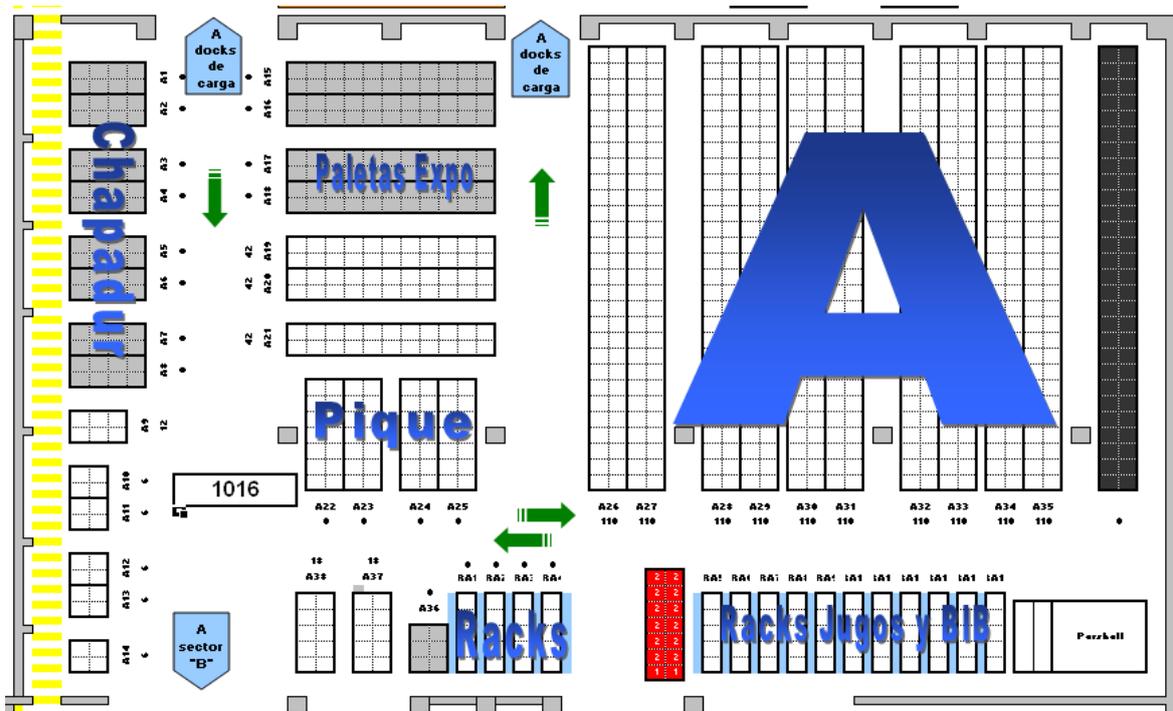


En el mismo se pueden observar las 9 líneas de producción cuyo movimiento de paletas de producto estudiaremos desde la salida de las mismas hasta el depósito correspondiente y de allí al camión.

Características de los depósitos:

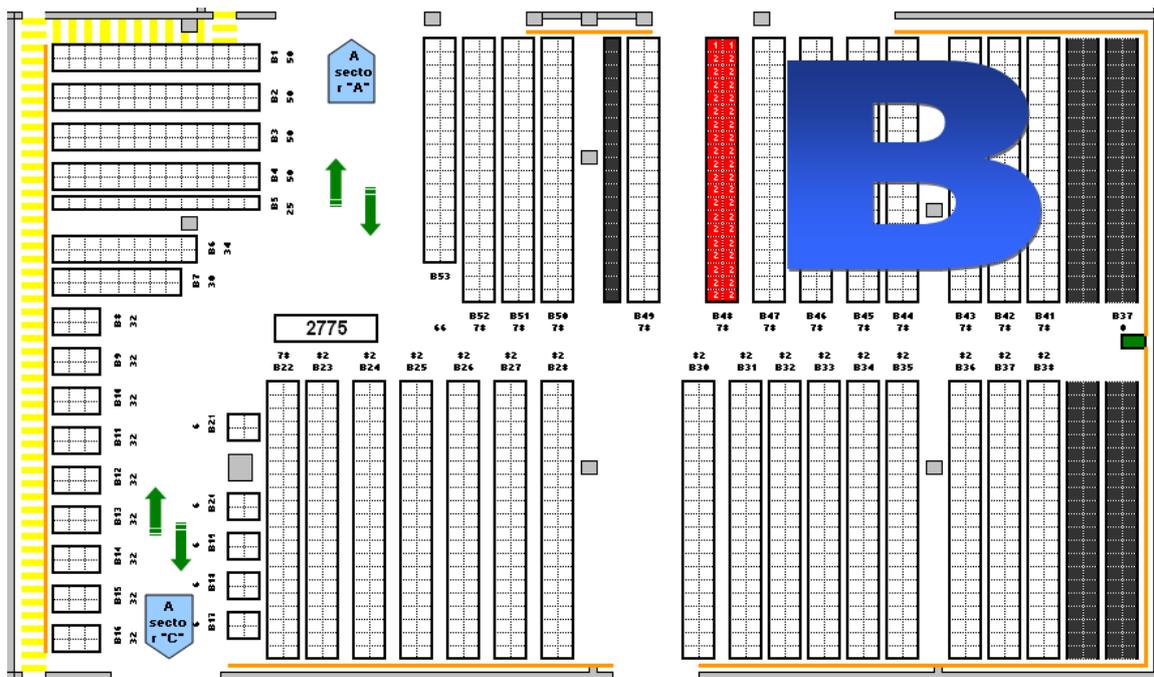
Depósito A

- ★ Posee una superficie de 2925 m² y una altura de 7,7 m.
- ★ El producto estibado son paletas provenientes de las líneas 1, 8,9, BIB, 21 y 22.
- ★ También se almacenan chapadur y paletas vacías utilizadas para alimentar las líneas.
- ★ Su capacidad de almacenamiento es de 1016 paletas de producto.



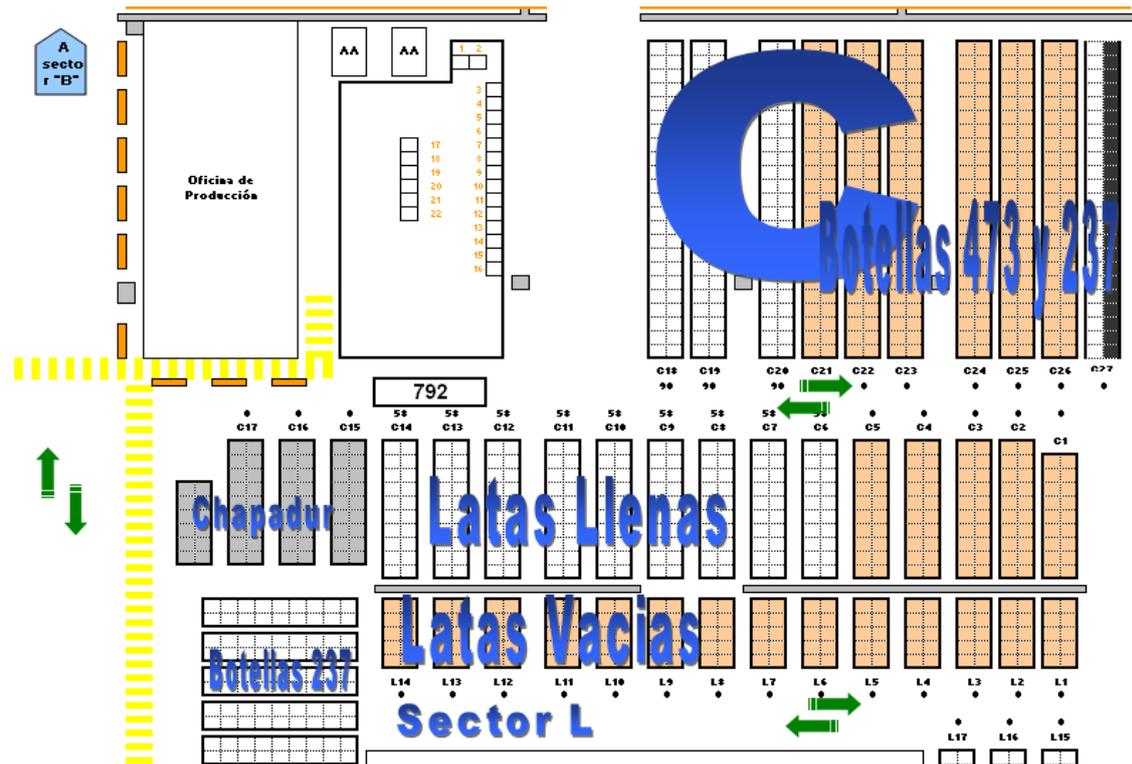
Depósito B

- ★ Posee una superficie de 4068,75 m² y una altura de 10,2 m.
- ★ El producto estibado son paletas provenientes de las líneas 3, 4, 5, 7 y 10.
- ★ Su capacidad de almacenamiento es de 2775 paletas de producto.



Depósito C

- ★ Posee una superficie de 3575 m² y una altura de 11,95 m.
- ★ El producto estibado son paletas provenientes de la línea 6.
- ★ Su capacidad de almacenamiento es de 792 paletas de producto.
- ★ También se almacenan insumos tales como chapadur, latas vacías, botellas 237cc y botellas 473cc



Sumando la capacidad de almacenamiento de los 3 depósitos da un total de **4583 paletas** de producto terminado.

Igualmente se considera por cuestiones de seguridad en circulación un factor de ocupación del 83% por lo cual **la capacidad operativa total es de 3804 paletas.**

Diagrama de recorrido desde las líneas hasta el depósito

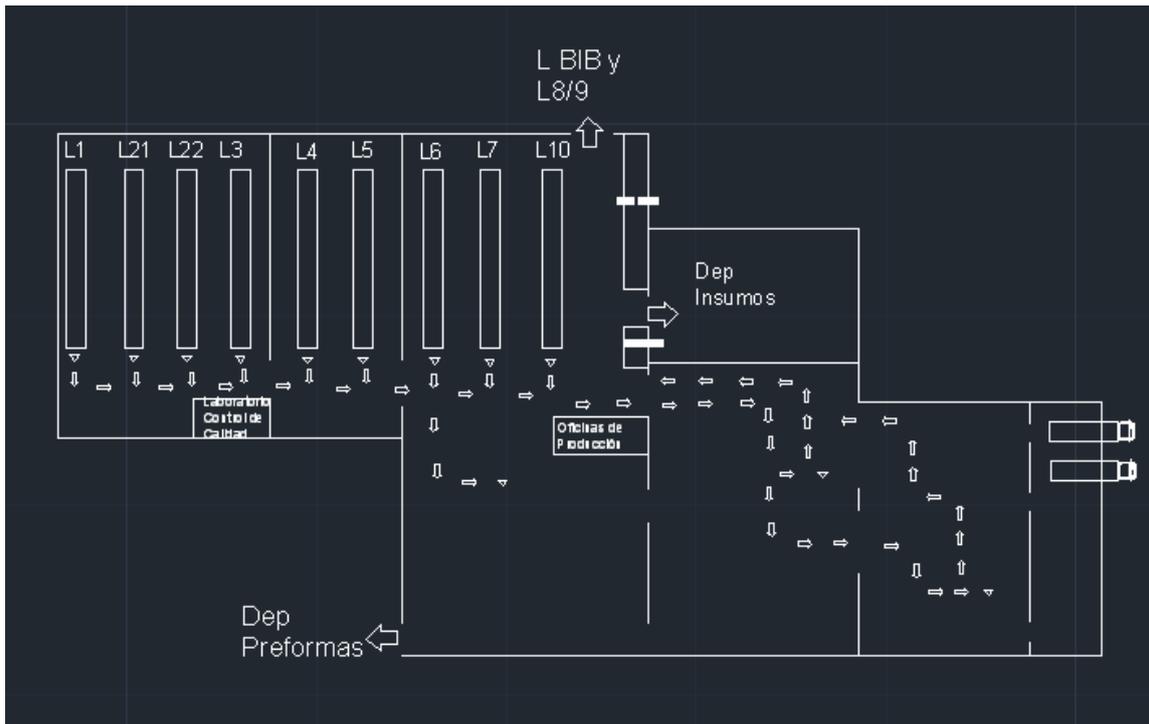
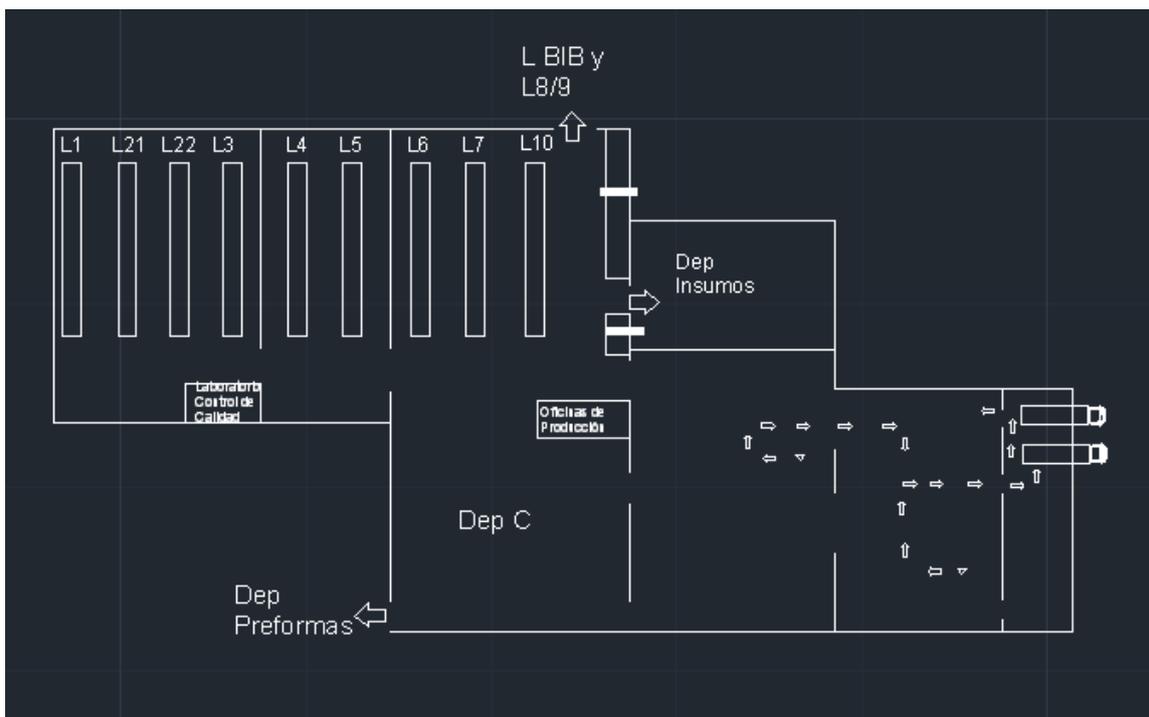


Diagrama de recorrido desde el depósito hasta la carga del camión



6. Mapa de la Cadena de Valor

Normalmente los mapas de la Cadena de Valor están orientados a los procesos de manufactura en dónde se estudia el movimiento de una determinada familia de productos desde la recepción de la materia prima hasta el producto final.

Para poder estudiar la eficiencia del almacén intermedio y el movimiento de los productos dentro del mismo, se optó por crear una cadena de valor que permita evaluar el movimiento completo de una paleta de cada producto desde la salida de las líneas hasta la carga de los camiones.

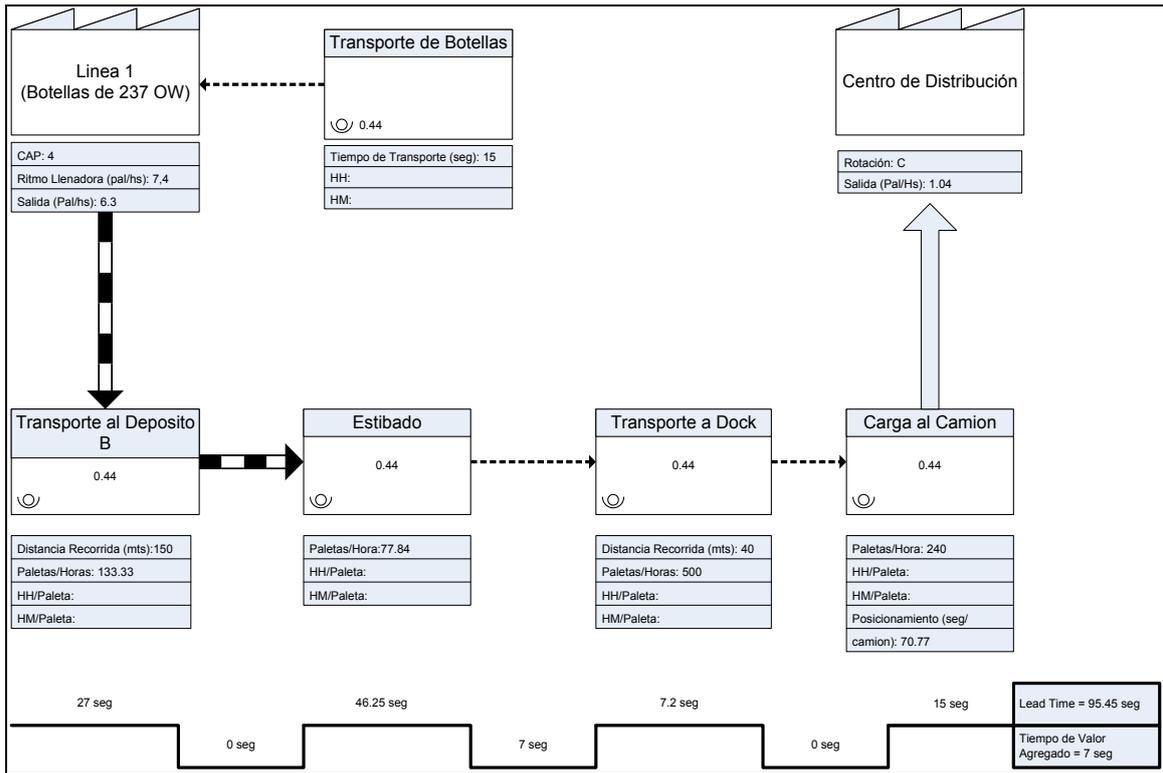
El criterio utilizado para agrupar los productos está determinado según la línea en la que se producen. Por lo tanto, el alcance de cada mapa será desde que la paleta sale de la línea hasta que se carga en los camiones que luego se dirigirán al centro de distribución. El “proveedor” es entonces cada línea y el “cliente” es el centro de distribución. La frecuencia del “proveedor” está dada por la cantidad de paletas por unidad de tiempo que produce cada línea y, los requisitos del “cliente”, por la rotación de cada producto.

Por otro lado, los procesos involucrados dentro de la cadena se dividen en los distintos movimientos de las paletas dentro del almacén. Estos son:

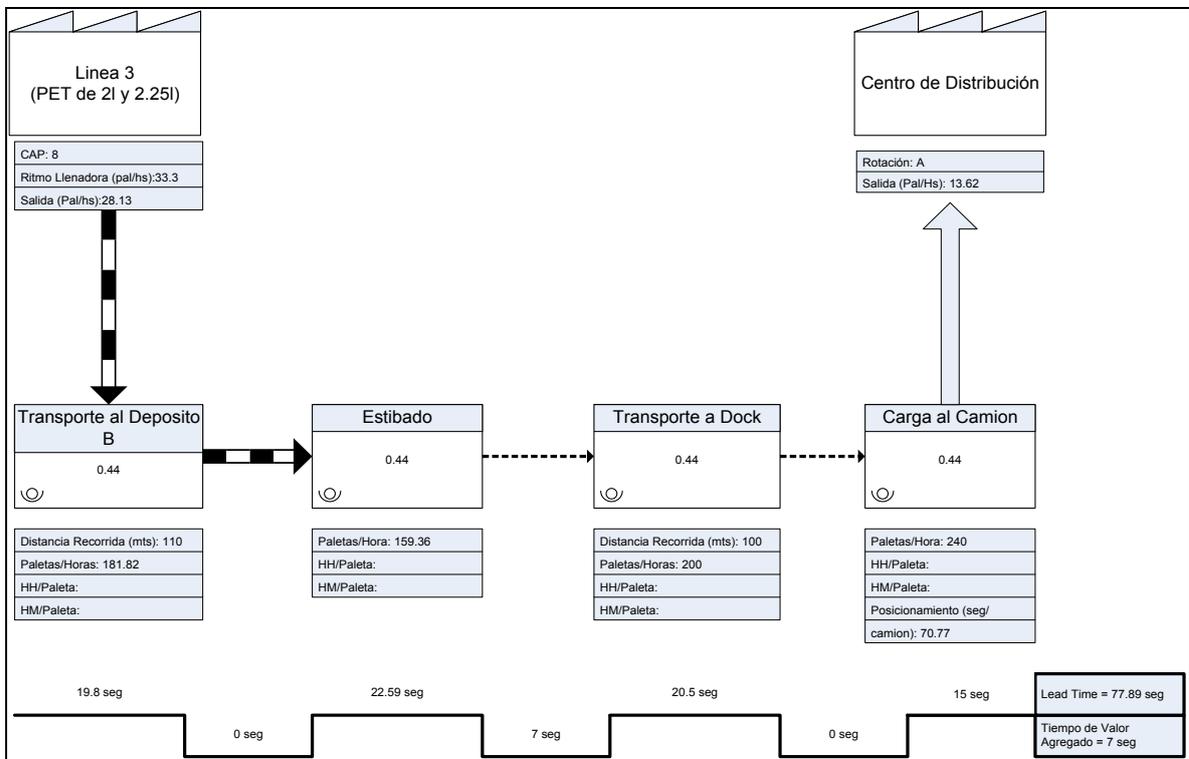
- Transporte al Depósito correspondiente
- Estibado
- Transporte a Dock
- Carga al Camión

A continuación se ven los mapas de la Cadena de Valor correspondientes a cada línea.

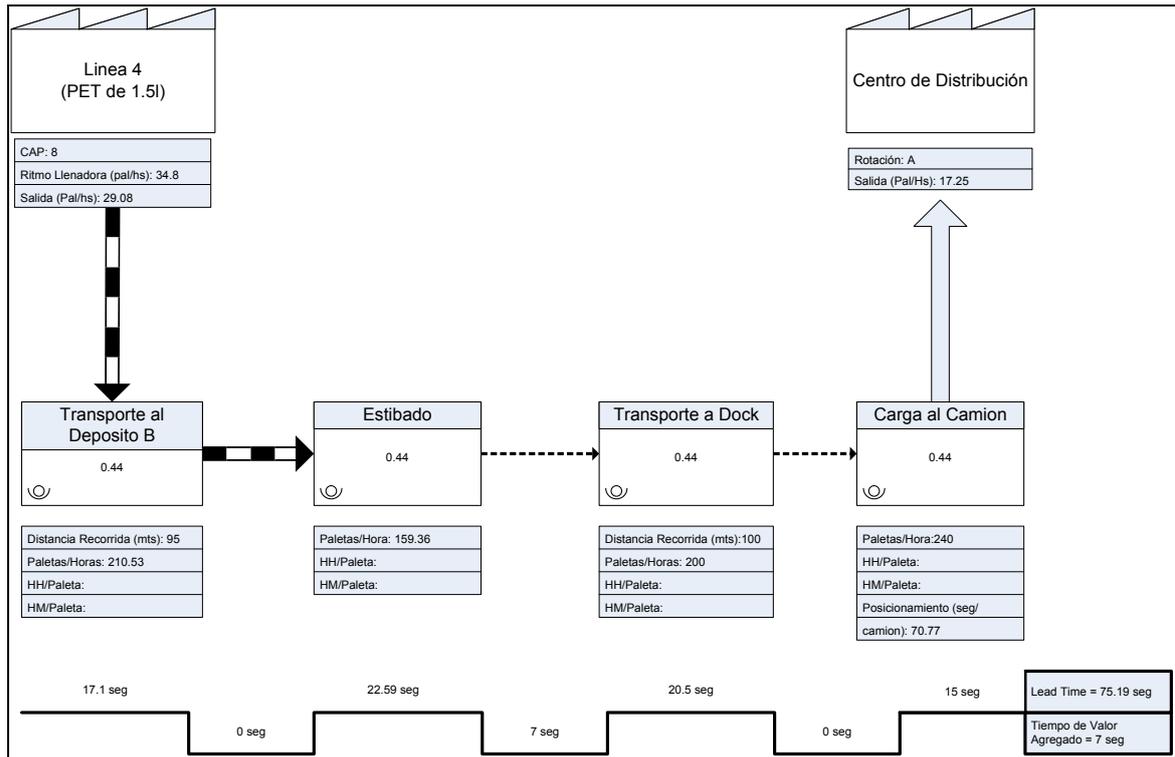
Línea 1: Botellas de 237 OW



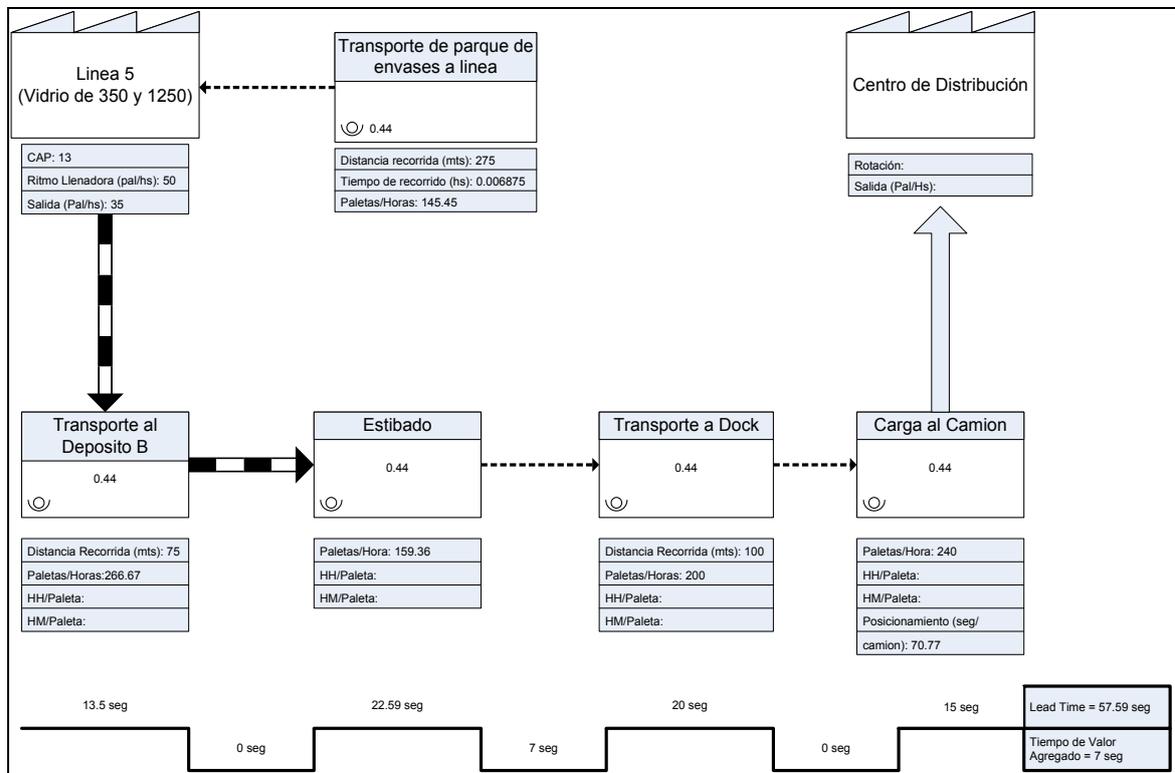
Línea 3: PET de 2l y 2.25l



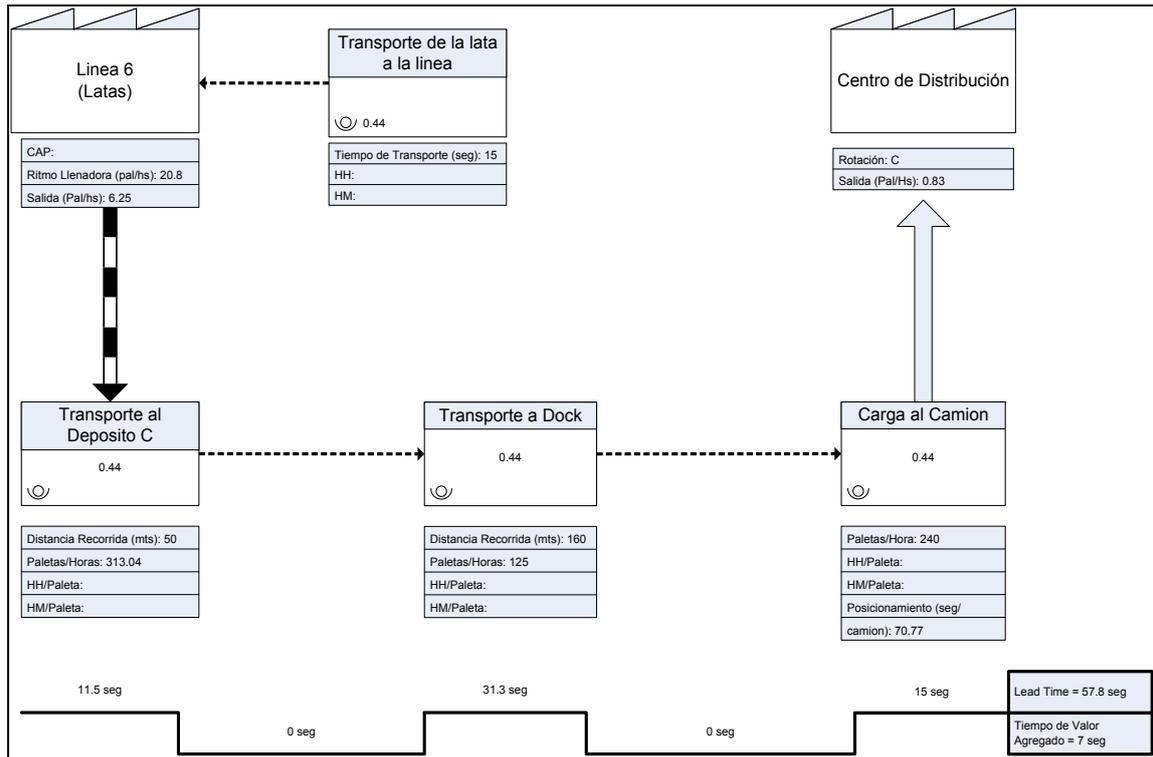
Línea 4: PET de 1.5l



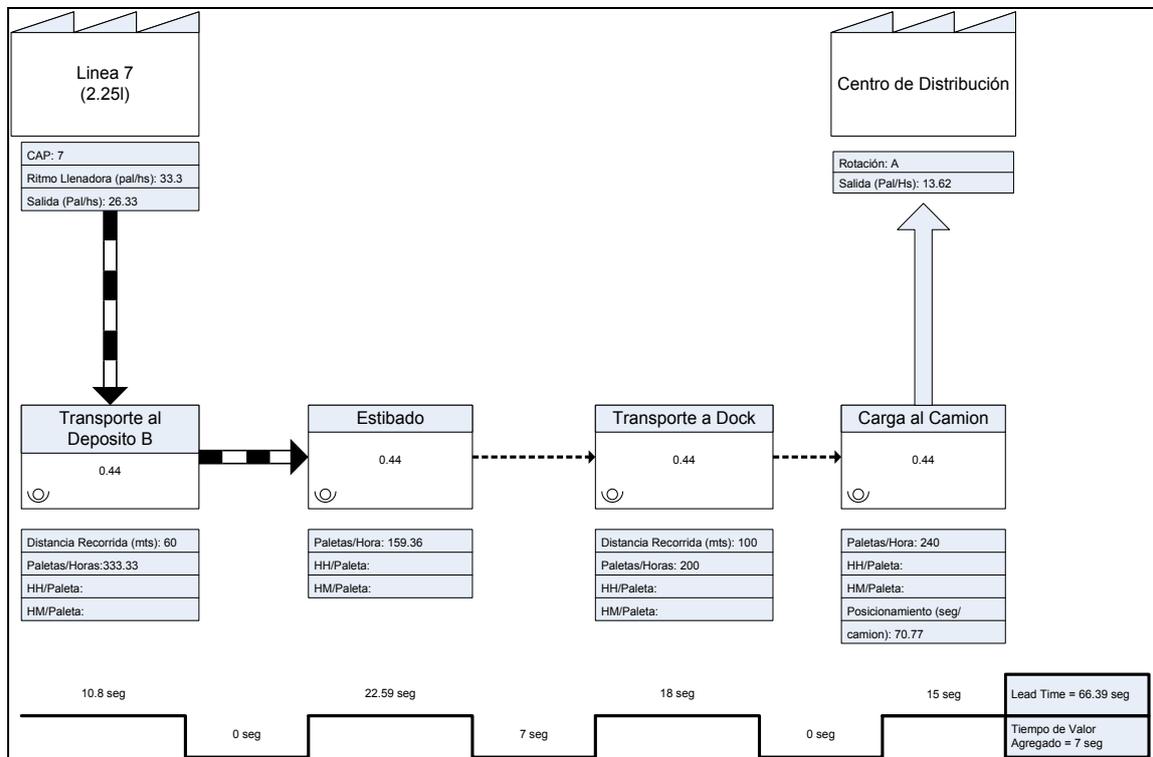
Línea 5: Vidrio de 350 y 1250



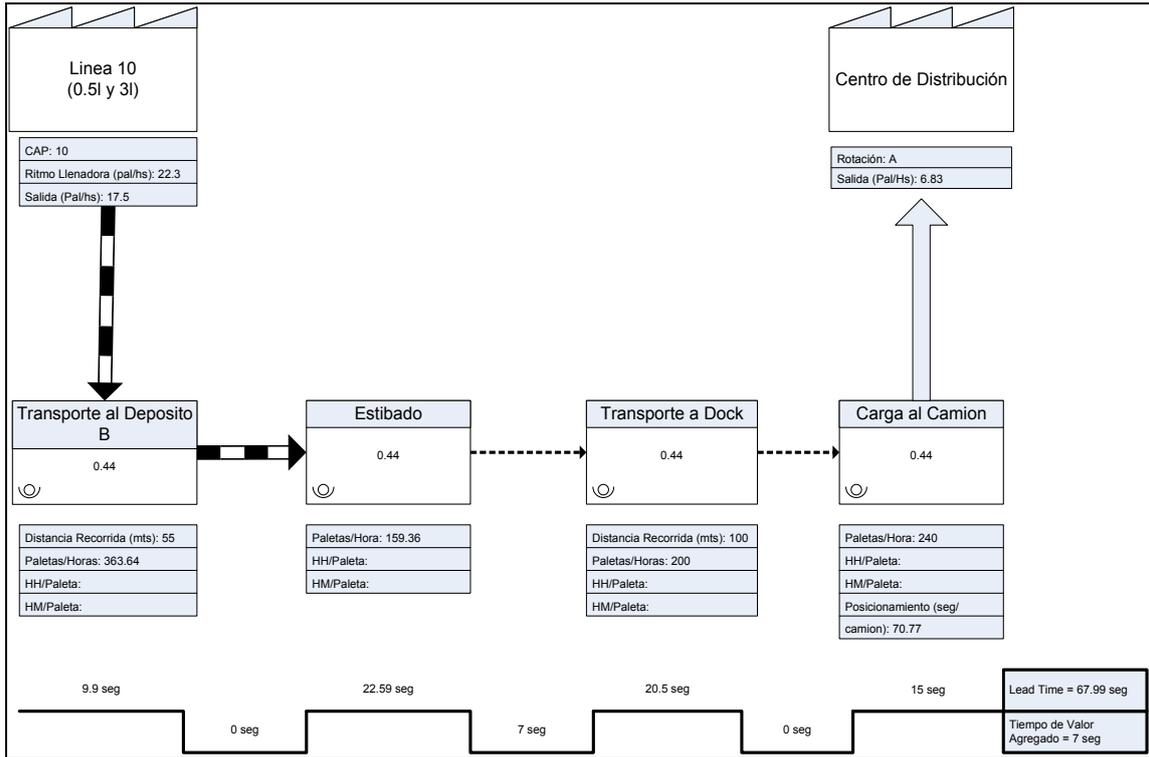
Línea 6: Latas



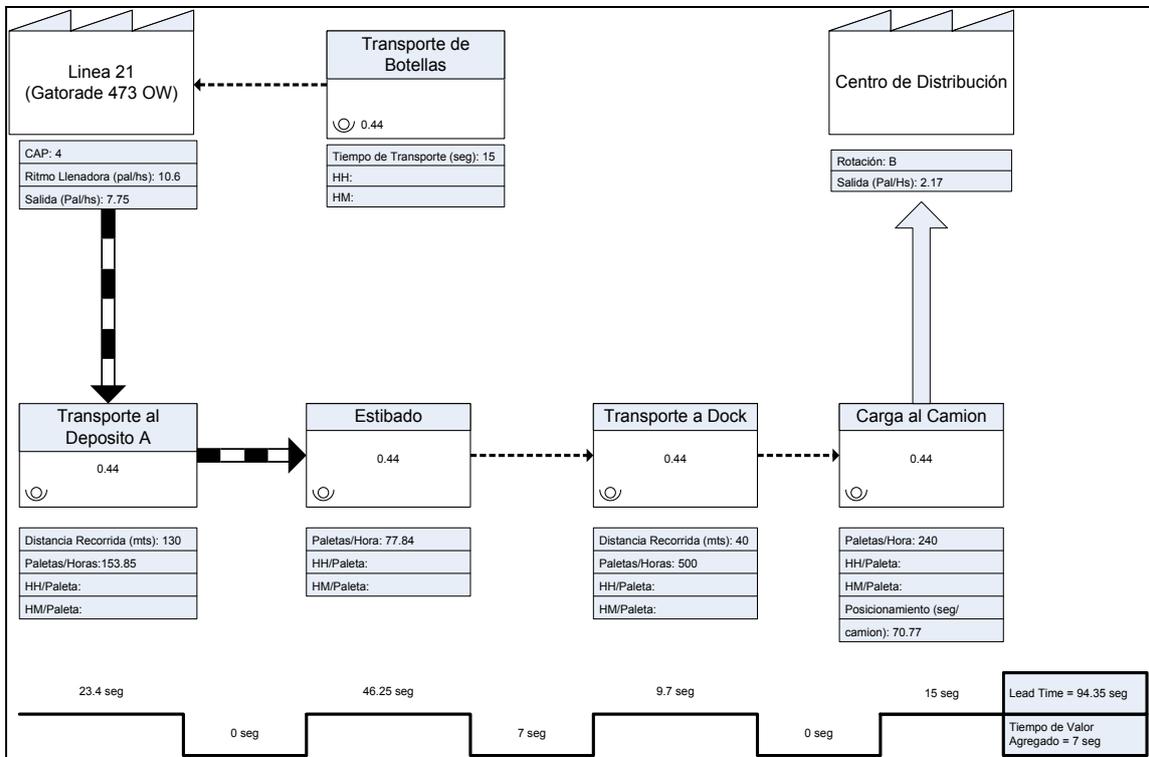
Línea 7: 2.25l



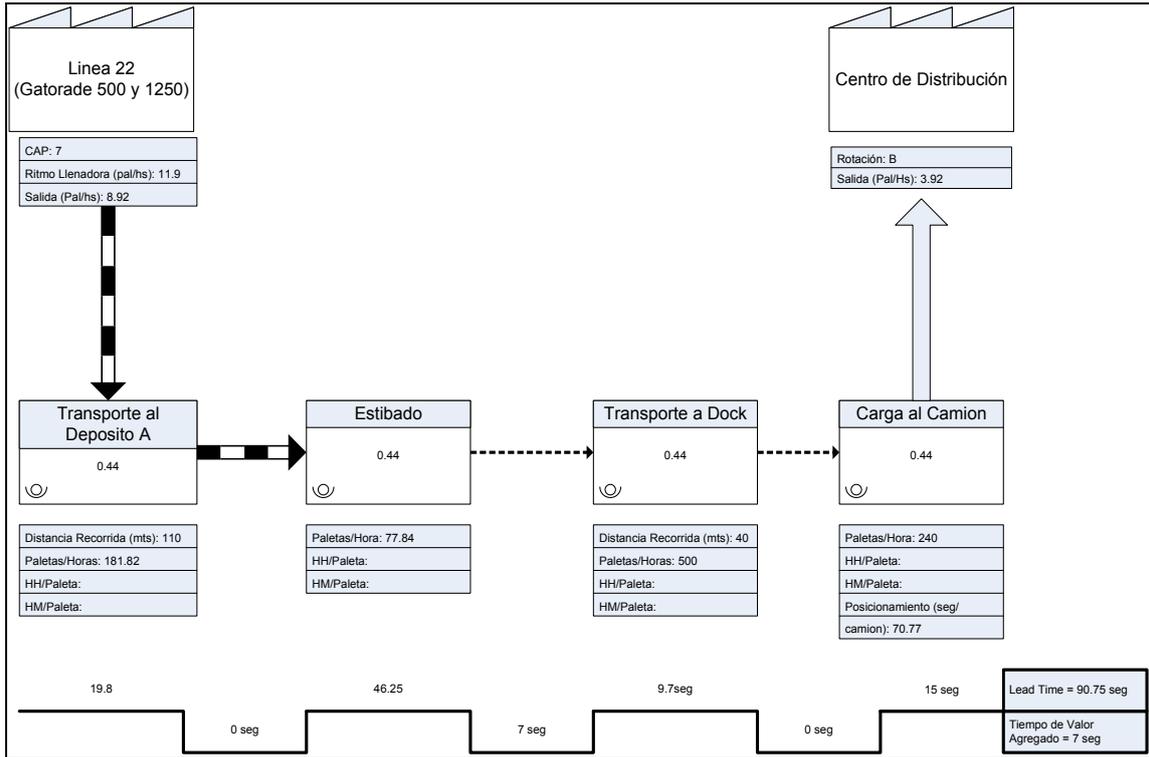
Línea 10: 0.5ls y 3l



Línea 21: Gatorade 473 OW



Línea 22: Gatorade 500 y 1250



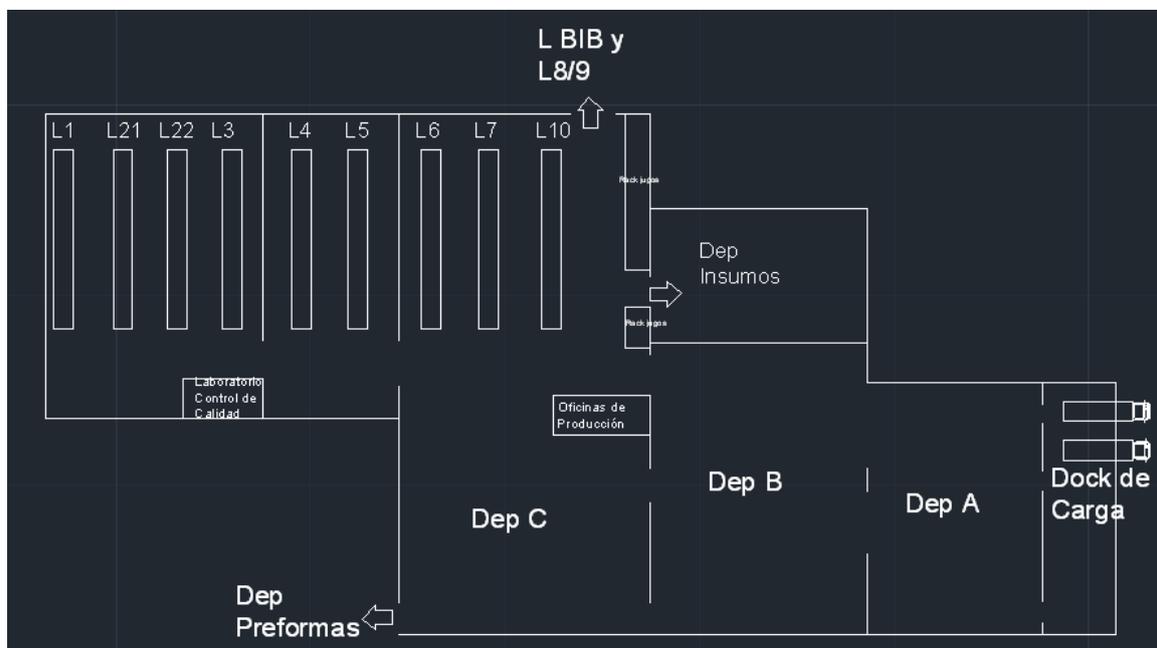
Diagnóstico a partir del VSM

Análisis de la Atención a las líneas

Como se mencionó con anterioridad, por turno se disponen de 6 operarios atendiendo las líneas de los cuales 4 se encuentran trabajando simultáneamente y otros 2 descansan.

La atención a las líneas es realmente muy compleja ya que las mismas trabajan simultáneamente y requieren en forma constante el retiro de producto y la alimentación de botellas, en caso de que corresponda, para que la misma no pare.

Linea	Cantidad máxima de paletas producidas por día	Paletas de Botellas ó Envases consumidas por día
Linea 1	63	63
Linea 3	675	-
Linea 4	690	-
Linea 5	840	840
Linea 7	632	-
Linea 10	400	-
Linea 21	155	155
Linea 22	238	-
Total	3693	1058



Para analizar la atención se realizará una simulación de un turno de 8 horas en el cual se encuentran en funcionamiento todas la líneas de producción (excepto la línea 6 ya que comparte dotación junto con la 1). Para la misma se considera que disponemos de 4 autoelevadores atendiéndolas.

La misma se efectúa del siguiente modo:

1) Se toma el tiempo nominal en que cada línea produce dos paletas de producto terminado.

Estos valores están dados por el ritmo de cada llenadora, las cuales son el cuello de botella de las líneas.

Línea	Calibre	Capacidad nominal (Hlts/h)	Capacidad nominal (Min/pal)	Tipo
L 1	V 237 OW	47,4	8	Vidrio OW
L 3	P 2250	360	1,8	PET
L 4	P 1500	345	1,6	PET
L 5	V 1250	250	1,2	Vidrio retornable
L 7	P 2250	346,5	1,8	PET
L 10	P 500	225	2,6	PET
L 21	V 473 OW	81,73	5,5	Vidrio OW
L 22	P 1250	93,75	4,2	PET

A partir de estos valores se puede determinar cada cuántos minutos sería necesario retirar pallets de cada línea si las misma funcionaran a su velocidad nominal.

2) Se toma del ADL (Adquisición de Datos en Línea) de cada línea (excepto la 1 y la 6 que no tienen) la variación del rendimiento por minuto durante un turno de modo de poder asociar una probabilidad a cada valor de rendimiento y por ende a cada velocidad de la línea.

Estos son los resultados:

Línea 3		
Rendimiento (%)	Frecuencia (%)	Velocidad nominal (min/(2pal))
10	4,22	36
20	1,41	18
30	0,40	12
40	1,41	9
50	3,01	7,2
60	4,22	6
70	8,63	5,1
80	15,46	4,5
90	32,93	4
100	26,71	3,6

Línea 4		
Rendimiento (%)	Frecuencia (%)	Velocidad nominal (min/(2pal))
10	3,01	32
20	2,19	16
30	3,55	10,7
40	3,28	8
50	4,10	6,4
60	3,01	5,7
70	3,28	4,6
80	12,02	4
90	23,50	3,6
100	34,43	3,2

Línea 5		
Rendimiento (%)	Frecuencia (%)	Velocidad nominal (min/(2pal))
10	2,41	24
20	2,19	12
30	1,75	8
40	4,82	6
50	2,63	4,8
60	8,55	4
70	15,35	3,4
80	25,22	3
90	21,93	2,7
100	12,94	2,4

Línea 7		
Rendimiento (%)	Frecuencia (%)	Velocidad nominal (min/(2pal))
10	3,08	36
20	1,03	18
30	1,71	12
40	3,42	9
50	4,45	7,2
60	5,48	6
70	15,41	5,1
80	21,23	4,5
90	31,51	4
100	12,33	3,6

Línea 10		
Rendimiento (%)	Frecuencia (%)	Velocidad nominal (min/(2pal))
10	0,65	52
20	0,97	26
30	1,94	17,3
40	3,24	13
50	2,59	10,4
60	5,18	8,7
70	12,30	7,4
80	27,18	6,5
90	32,04	5,8
100	12,62	5,2

Línea 21		
Rendimiento (%)	Frecuencia (%)	Velocidad nominal (min/(2pal))
20	3,46	55
30	3,03	36,7
40	6,49	27,5
50	3,46	22
60	7,36	18,3
70	11,69	15,7
80	19,91	13,75
90	30,74	12,2
100	12,99	11

Línea 22		
Rendimiento (%)	Frecuencia (%)	Velocidad nominal (min/(2pal))
10	1,40	84
20	2,23	42
30	2,23	28
40	2,23	21
50	4,75	16,8
60	7,54	14
70	9,22	12
80	12,57	10,5
90	8,10	9,3
100	8,10	8,4

- 3) Se determina la variable velocidad de funcionamiento de cada línea, la cuales están asociadas a distribuciones de probabilidad discretas detalladas en los cuadros anteriores.

- 4) Se toma del VSM el tiempo que demanda la atención de cada línea, es decir para transportar la paleta de la línea al depósito y para alimentar las líneas de vidrio y sus pulmones con botellas.

Línea	Tiempo transporte paleta de PT a depósito (min)	Tiempo transporte paleta de botella a pulmón (min)	Tiempo transporte paleta de botella a la línea (min)
Línea 1	2,44	2,2	1
Línea 3	1,41	-	-
Línea 4	1,32	-	-
Línea 5	1,2	2,1	1
Línea 7	1,11	-	-
Línea 10	1,08	-	-
Línea 21	2,32	2,1	1
Línea 22	2,2	-	-

- 5) Se procede al armado del modelo de simulación utilizando el programa *CrystalBall de Oracle*. Para el mismo se coloca para cada línea la atención que demandará el retiro de pallets y la alimentación con botellas (para líneas 1, 5 y 21) durante un turno de 8 horas.

Se toma para cada instante la suma de necesidades de autoelevador de cada línea. Se calcula la diferencia entre dicho valor y 4 ya que contamos con dicha cantidad de autoelevadores atendiendo las líneas. A esta columna de valores la llamamos *falta de autoelevador*.

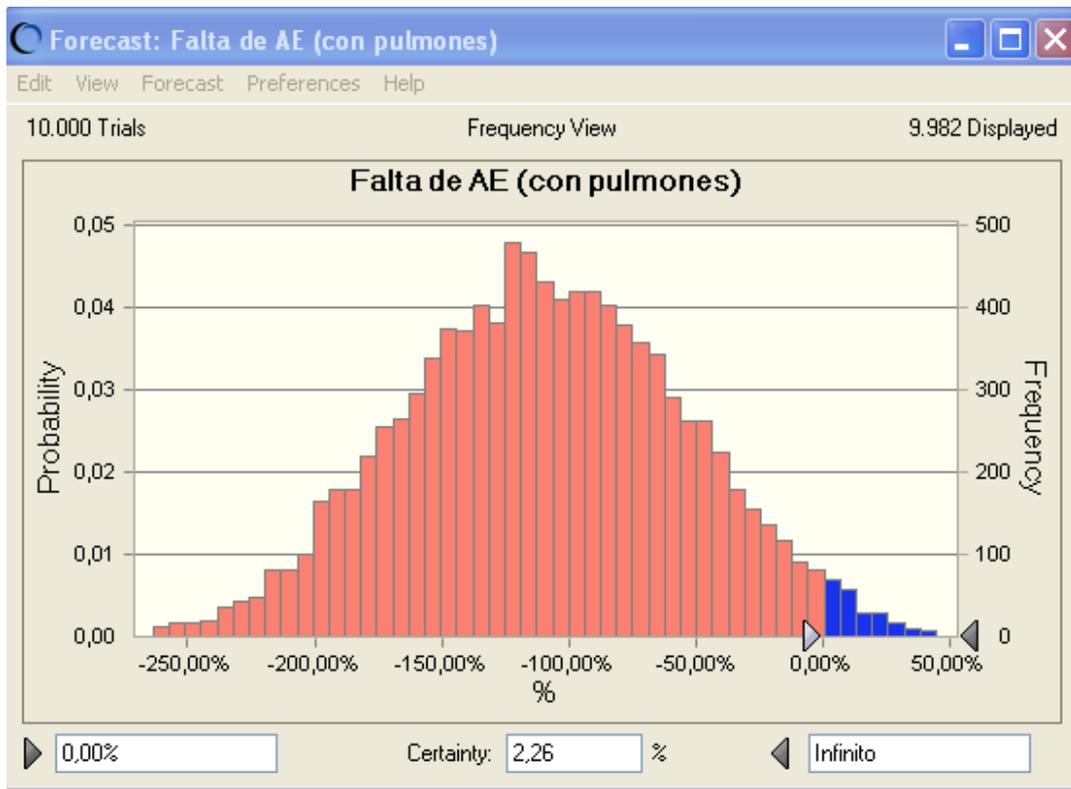
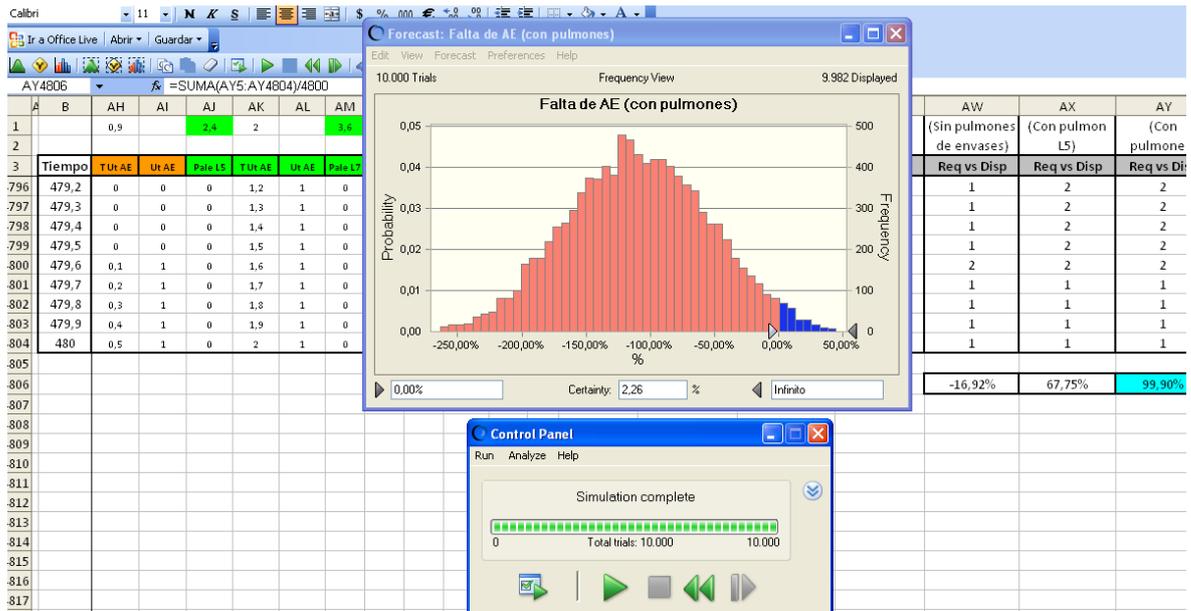
Cada vez que dichos valores sean mayores a 0 significa que en esos minutos hubo falta de autoelevador.

A	B	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AY
1		2,4	2,1		2,4	1		2,4	1,2		3,6	1,11		5,2	1,08			Falta de AE
2																		
3	Tiempo	Pulmón L5	T Ut AE	Ut AE	Despa L5	T Ut AE	Ut AE	Pale L5	T Ut AE	Ut AE	Pale L7	T Ut AE	Ut AE	Pale L10	T Ut AE	Ut AE	Req de AE	Req vs Disp
4	0	1			1			1			1							
5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0,7	0	0	0	0	0	0	1	0,1	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
12	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,2	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
13	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0,4	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
15	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
16	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0,6	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
17	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0,7	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
18	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0,8	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
19	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0,9	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
20	1,6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
21	1,7	0	0	0	0	0	0	0	1,1	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
22	1,8	0	0	0	0	0	0	0	1,2	1	0	0	0	0	0	0	1	-3
23	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4
24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4
25	2,1	0	0	0	1	0,1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-3
26	2,2	0	0	0	0	0,2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-2

6) Se determina la variable resultado como la suma de los valores pertenecientes a la columna *falta de autoelevador* dividido por 480 minutos (1 turno de 8 horas). La misma será una variable normal al estar asociada a una suma de variables discretas.

7) Se procede a correr la simulación. Establecemos 10000 corridas para obtener un valor lo más representativo posible.

Este es el resultado:



De este modo podemos determinar que trabajando con 4 autoelevadores atendiendo las líneas tenemos falta de los mismos en el 2,26 % de los minutos por turno. Es decir:

$$0,0226 * 480 \text{ min} = 10,84 \text{ min}$$

En conclusión, es posible deducir que este valor no tiene gran impacto en las paradas de línea ya que debemos considerar que se encuentra repartido entre 8 líneas. Al poseer las mismas cierta capacidad de almacenamiento de pallets de producto terminado estas no pararían por la falta de autoelevador.

Las líneas críticas a tener en cuenta son aquellas que trabajan con botellas de vidrio (1, 5 y 21) ya que no atenderlas en el instante que se lo precisa sí impacta en una parada de línea.

Análisis del tiempo de carga del camión

Para poder determinar el tiempo total destinado a la carga de una paleta en el camión, deben tenerse en cuenta los tiempos de *Transporte a Dock*, *Carga al Camión* y los tiempos intermedios que no agregan valor.

Los tiempos de carga para cada línea del VSM son entonces entre 24.7 seg. y 46.3 seg (Linea 6). Para realizar un análisis de la capacidad de carga de todo el almacén se determinó un promedio ponderado de los tiempos de carga de cada línea. La ponderación de los tiempos se basó en la cantidad de paletas despachadas por calibre.

A continuación se pueden ver los tiempos de carga de cada calibre y el peso que tiene cada uno en el promedio general.

Calibre	Tiempo de carga (seg/pall)	Ponderación	Tiempo ponderado (seg/pall)
1250 CC Gato	24,7	2,63%	0,65
1250 vidrio	35,5	10,73%	3,81
1500 CC PET	35,5	20,62%	7,32
2000 CC PET	35,5	3,35%	1,19
2250 CC PET	35,5	37,40%	13,28
237 CC VIDRIO	24,7	1,42%	0,35
3000 CC PET	35,5	3,07%	1,09
350 CC VIDRIO	35,5	4,59%	1,63
473 CC VIDRIO	24,7	2,97%	0,73
500 CC Gato	24,7	2,73%	0,67
500 CC PET	35,5	9,37%	3,33
Latas	46,3	1,14%	0,53

Tiempo promedio ponderado (seg/pall)	34,57
Tiempo por camión (seg)	898,82
Tiempo por camión (min)	14,98

En conclusión, el tiempo promedio de carga de camiones es de 34.57 seg/pal. Al ingresar 26 paletas en un camión, el tiempo de carga de un camión completo es de 14.98 minutos.

A partir de este esquema, el objetivo será calcular la cantidad teórica de paletas que se pueden despachar por día y compararla con el número despachado en la realidad. Se deberá entonces dividir la cantidad de segundos disponibles por día (86400 seg) por el tiempo de carga (34.57 seg/pal) y luego multiplicarlo por dos (se considera que se cargan de a dos camiones en paralelo):

$$\text{Cant de paletas teóricas} = \frac{86400 \text{ seg}}{34.57 \frac{\text{seg}}{\text{pal}}} \times 2 = 4998 \frac{\text{paletas}}{\text{día}}$$

Actualmente, se registran despachos en la planta de entre 2000 y 3000 paletas por día dependiendo del día en la semana, cantidad de camiones programados y eficiencia del despacho. Para realizar el estudio se considerará una capacidad de despacho de **2700** paletas por día dado que es el número de despacho actual operando a buen ritmo.

Por lo tanto, la diferencia entre la salida teórica de paletas por día y la real es:

$$\text{Diferencia Teoría vs Realidad} = 4998 - 2700 = 2298 \frac{\text{paletas}}{\text{día}}$$

Se llamará *Tiempo Improductivo* a la cantidad de horas por día en la que no se cargan paletas en los camiones. Este tiempo se calculará a partir de la diferencia de salida de las paletas.

$$\text{Tiempo Improductivo} = \frac{2998}{4998} \times 24 \frac{\text{hs}}{\text{día}} = 11.04 \frac{\text{hs}}{\text{día}}$$

Este tiempo improductivo se divide en dos grandes grupos: **Tiempo improductivo necesario** y **Tiempo improductivo innecesario**.

Los tiempos improductivos necesarios se consideran improductivos por no contribuir a la eficiencia del despacho pero son necesarios para la operación de la planta.

Dentro del **tiempo improductivo necesario** se encuentran las siguientes actividades que afectan a la ineficiencia del despacho por consumir el mismo recurso humano utilizado en la carga de los camiones:

1. *Descarga de paletas vacías*: Descargar las paletas vacías utilizadas en la alimentación de la paletizadora de las líneas. Se descargan en promedio nueve camiones por día.
2. *Descarga de envases retornables de 350cc y 1250cc*: Utilizadas para alimentar la Línea 5. Se descargan en promedio veinte camiones por día.

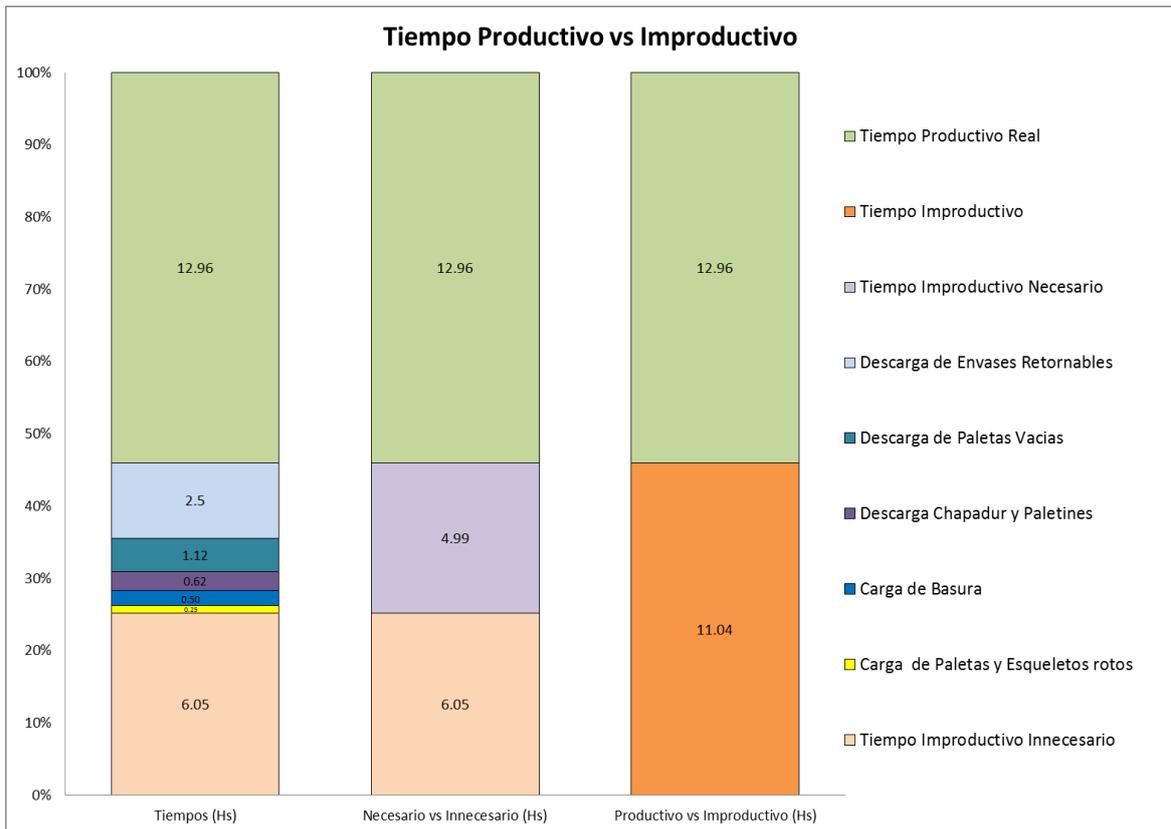
3. *Carga de Basura para Sertec.* Se cargan en promedio cuatro camiones por día.
4. *Descarga Chapadur y paletines.* Se descargan en promedio cinco camiones por día.
5. *Carga de paletas y esqueletos rotos:* Se cargan en promedio dos camiones por día.

Por otro lado, dentro del **tiempo improductivo innecesario** se encuentran las siguientes actividades:

1. *Espera por falta de camión:* La falta de camiones para cargar paletas en los docks se puede dar a causa de diversas razones que veremos más adelante.
2. *Ausencias o ingresos fuera de horario.*
3. *Falta de Autoelevador.*
4. *Reacomodación de las paletas:* Como se mencionó previamente, las paletas utilizadas en el almacén tienen dimensiones de 1 x 1.2m. Los camiones que retiran productos de la planta son de carga lateral y las paletas son cargadas en los mismos del lado de 1m mientras que son retiradas de la estiba del lado de 1.2m.

En conclusión, las 2298 pal/día equivalentes al tiempo improductivo de 11.04hs se distribuyen de la siguiente manera:

	Actividades	TiempoPerdido (Hs)	Paletas x día
TiempoProductivoNecesario	PaletasVacías	1.12	234
	EnvasesRetornables	2.50	520
	Carga de Basura	0.50	104
	Chapadur y Paletines	0.62	130
	Paletas y Esqueletosrotos	0.25	52
TiempoImproductivoInnecesario	Espera por falta de camión	6.05	1258
	Ausencias		
	Falta de AE		
	Reacomodación de las paletas		
Total		11.04	2298



Por lo tanto, si no se consideran las paletas por día correspondientes al tiempo improductivo innecesario, la planta está capacitada para despachar 3740 paletas/días en vez de 4998 como se calculó anteriormente.

Finalmente, a partir del estudio de la carga de camiones se puede deducir que es posible alcanzar el objetivo de llevar la salida de producto terminado a 3500 paletas por día. Dos posibles soluciones para alcanzarlo será entonces estudiar la forma de:

- 1. Eficientizar la utilización del tiempo productivo;** es decir aumentar la capacidad de despacho por unidad de tiempo.
- 2. Reducir o eliminar el tiempo improductivo innecesario;** es decir eliminar o reducir aquellas actividades que consumen tiempo que podría ser utilizado para despachar paletas.

Las soluciones propuestas para eficientizar el despacho de producto deberán contemplar también que la atención a las líneas no se vea afectada de sobremanera, lo cual ocasionaría paradas de las mismas.

7. Brainstorming

La actividad de brainstorming consistió principalmente en tres etapas. En primer lugar se definió con claridad el problema que se iría a abordar a la hora de realizar el torbellino de ideas. En segundo lugar, para juntar las posibles ideas se realizó una reunión donde se involucró un conjunto de trabajadores asociados al movimiento de las paletas dentro del almacén. Y, por otro lado, se realizaron entrevistas individuales a la persona encargada de soporte en Recursos Humanos y el gerente de logística de la planta. Finalmente, en tercer lugar, se juntaron todas las ideas planteadas por los entrevistados y se sacaron las conclusiones correspondientes.

El problema a discutir se definió como la ineficiencia actualmente presente en el despacho de paletas del almacén. Para encaminar la discusión hacia este conflicto, se le preguntó a los involucrados los inconvenientes que deben enfrentar ellos dentro del almacén y por qué razones puntuales creerían ellos que el despacho de paletas es ineficiente.

A continuación se detallará quienes fueron los integrantes de la reunión, aquellos que fueron entrevistados individualmente y los comentarios que hicieron con respecto al problema expuesto.

Alberto Iñiguez: Encargado de atención a las sopladoras, ex piquero. Alberto hizo énfasis en la reacomodación de las paletas durante la carga de los camiones. Es decir, el hecho de que la paleta se retira de las líneas del lado de 1,2m y se carga en los camiones del lado de 1m genera un movimiento innecesario.

Por otro lado, nombró el problema que implica los cambios de turno por ingresos fuera de horarios que perjudican la eficiencia de trabajo en el almacén.

Al tener muchos años en la planta, se le preguntó específicamente a Alberto cómo fue aprendiendo los distintos trabajos que le asignaron, si es que le dieron indicaciones puntuales para realizar las tareas o si fue aprendiendo con el tiempo. El respondió que los trabajos se van aprendiendo con el tiempo y a medida que van adquiriendo experiencia van obteniendo nuevos roles. Insistió en que no hay formas estipuladas de hacer las cosas sino que simplemente lo hacen según su percepción de lo que le parece correcto o no.

Martiniano: Encargado de la carga de camiones y punta de seguridad. Martiniano ratificó la ineficiencia surgida a partir del movimiento innecesario de las paletas. Agregó también que muchas veces hay falta de camiones por demoras en el centro de distribución. Es decir, por problemas ajenos al almacén, en sumadas ocasiones no hay camiones disponibles para cargar y despachar las paletas.

Carlos: Verificador, encargado del ingreso de los camiones. Carlos afirmó que demora el mismo tiempo cargar un camión para su despacho que la descarga de envases vacíos y paletas para alimentar las líneas. Con esto quiso decir que las descargas afectan en gran medida a la capacidad de despacho del almacén.

Capelli: Encargado de la carga de Camiones. Capelli nombró la falta de autoelevadores necesarios para la carga de camiones. Hizo hincapié en que los autoelevadores son los que limitan la capacidad de trabajo ya que, en muchos casos, hay trabajadores disponibles pero no

máquinas. Además agregó que no se hace foco en los problemas que sufren las máquinas, simplemente, cuando hay algún inconveniente, se soluciona el conflicto y no se va más allá del mismo buscando quizás solucionar el problema de raíz.

Ariel Celle: Soporte de Recursos Humanos. Con Ariel se tuvo una entrevista individual en dónde se hizo hincapié en consultarle como se manejaba la rotación y los tiempos libres de los trabajadores (teóricamente deben estar trabajando cuatro y descansando dos). Él comentó que no es fácil controlar el movimiento de los trabajadores debido a las presiones sindicales y que por esta razón, no existe un seguimiento estricto de la entrada y salida de los operarios por turno. De todas maneras, suele controlarse a partir de la medición de la cantidad de paletas producidas y despachadas por turno.

Agustín Vasallo: Gerente de Logística Planta Sur. Al igual que con Ariel, a Agustín se le realizó una entrevista individual. Agustín coincidió con las diversas problemáticas planteadas por los operarios y sugirió un replanteo del layout de la planta.

Por otro lado, hizo hincapié en un posible cambio en la distribución de las estibas de cada producto en los depósitos A, B y C dependiendo de su rotación. Además agregó que no hay ninguna estandarización ni medición de indicadores que ayuden a estudiar la eficiencia y problemáticas dentro del almacén.

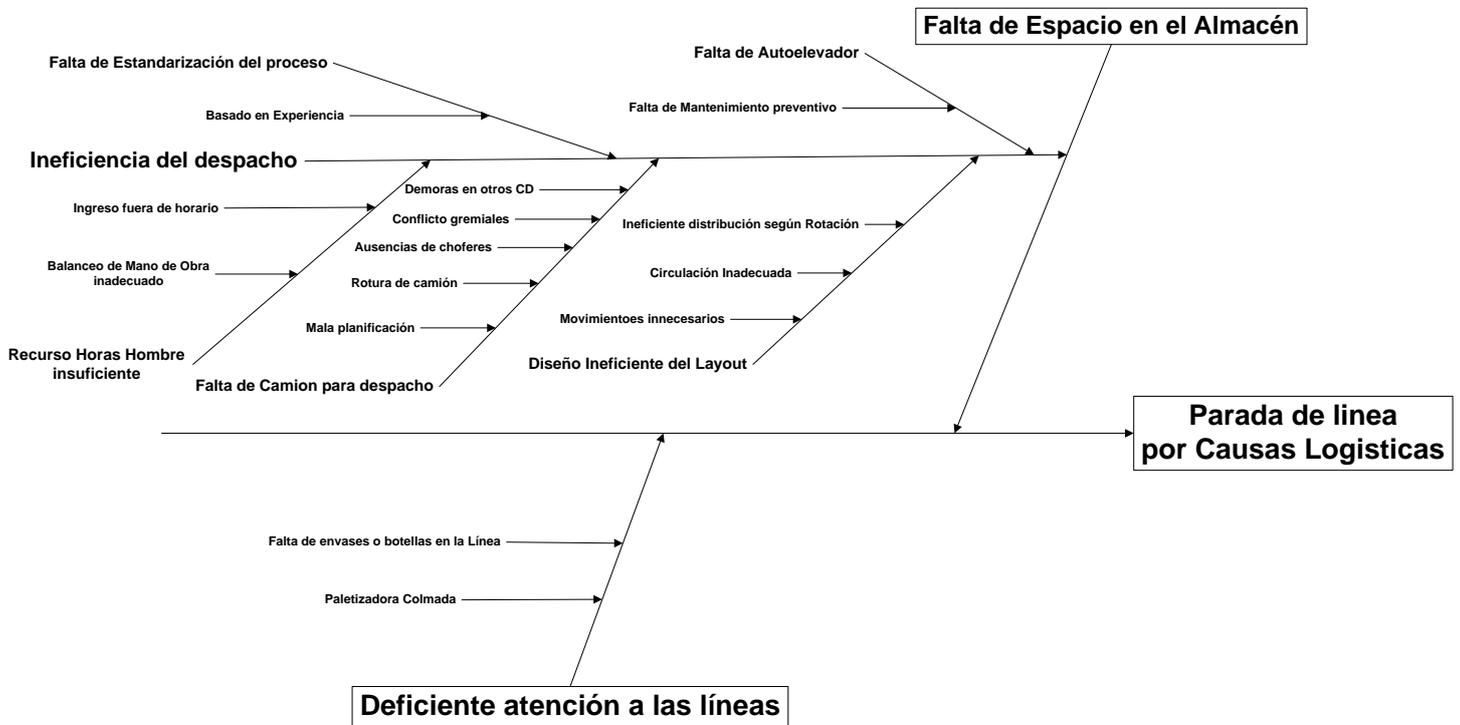
Finalmente planteó la posibilidad de que la distribución de la mano de obra dentro del almacén es inadecuada. El hecho que haya cuatro autoelevadores atendiendo a la línea y cuatro en la carga de camiones tal vez debería sufrir alguna modificación que haga más eficiente la capacidad de despacho del almacén.

Como conclusión de la actividad se logró clarificar y enumerar los posibles factores que pueden llegar a perjudicar la eficiencia del despacho de paletas en el almacén:

1. Falta de autoelevador.
2. Falta de estandarización de los distintos procedimientos involucrados
3. Falta de camiones para despachar paletas.
4. Ingreso fuera de horario.
5. Movimientos innecesarios que no agregan valor al producto.
6. Incorrecta distribución la mano de obra en la carga y en la atención a las líneas.
7. Inadecuada distribución de las estibas para cada calibre en los distintos depósitos del almacén.
8. Circulación inadecuada dentro de los depósitos.

8. Diagrama de Causa y Efecto

Aunque el objetivo del trabajo es aumentar la salida de producto terminado, como ya hemos observado no hay que perder de vista que tampoco se debe descuidar la atención a las líneas.



9. Ponderación de Causas

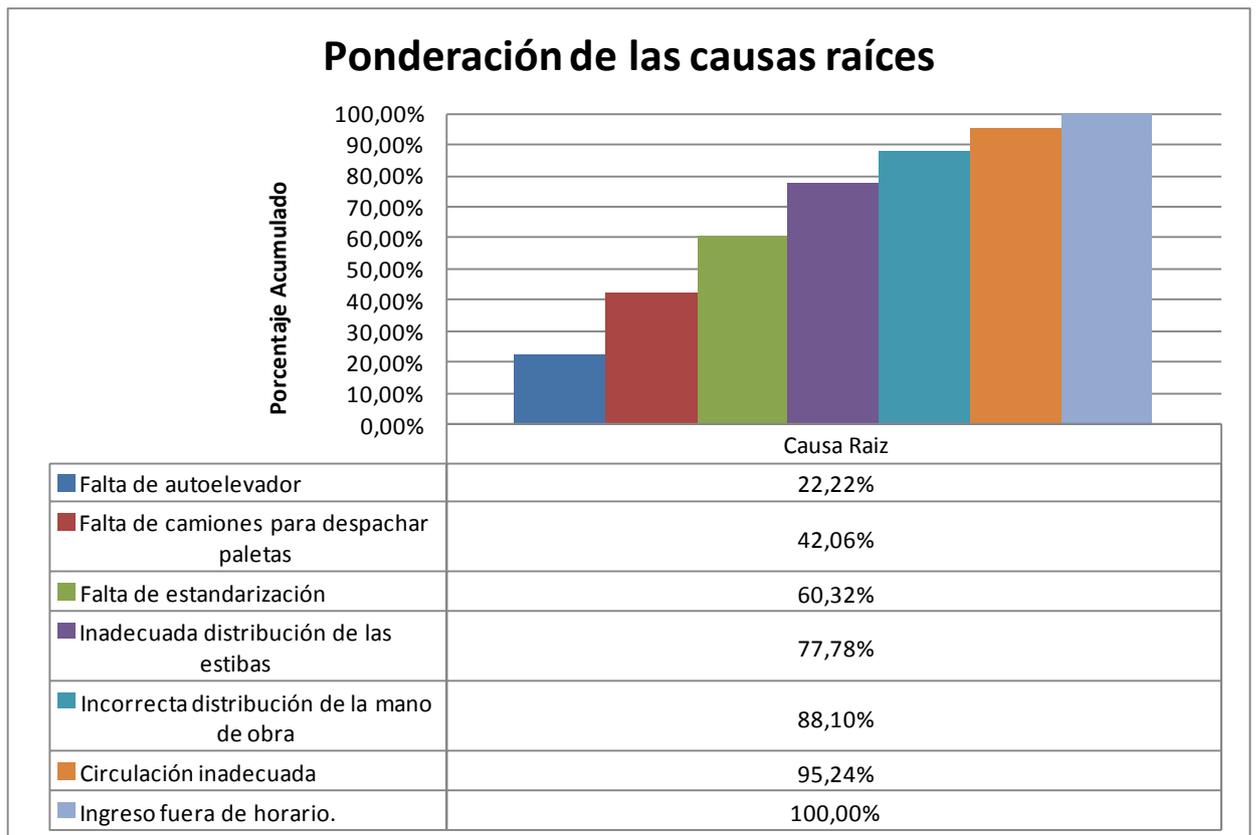
Con el objetivo de determinar el orden de importancia de las causas en la ineficiencia del despacho se realizó una encuesta individual a cada participante de la actividad del brainstorming.

En la encuesta, se enumeraron las 7 causas obtenidas para que cada encuestado indique el orden de prioridad respecto al problema en cuestión.

El mayor puntaje (seis) se le dio a la causa que mayor impacto tiene en la ineficiencia del despacho.

Causa Raiz	E1	E2	E3	E4	E5	E6	SUMA
Falta de autoelevador	6	4	6	4	5	3	28
Falta de camiones para despachar paletas	5	3	4	6	3	4	25
Falta de estandarización	2	5	3	5	2	6	23
Inadecuada distribución de las estibas	3	6	5	2	6	0	22
Incorrecta distribución de la mano de obra	1	1	2	3	4	2	13
Circulación inadecuada	4	2	0	1	1	1	9
Ingreso fuera de horario.	0	0	1	0	0	5	6

10. Ponderación acumulada de causas raíces



A partir del gráfico podemos observar que todos los factores representan un porcentaje similar a excepción de “Circulación inadecuada” e “Ingreso fuera de horario”. Estos dos últimos factores se dejarán de lado a la hora de efectuar el Plan de Acción por la baja incidencia que tienen en la ineficiencia de despacho.

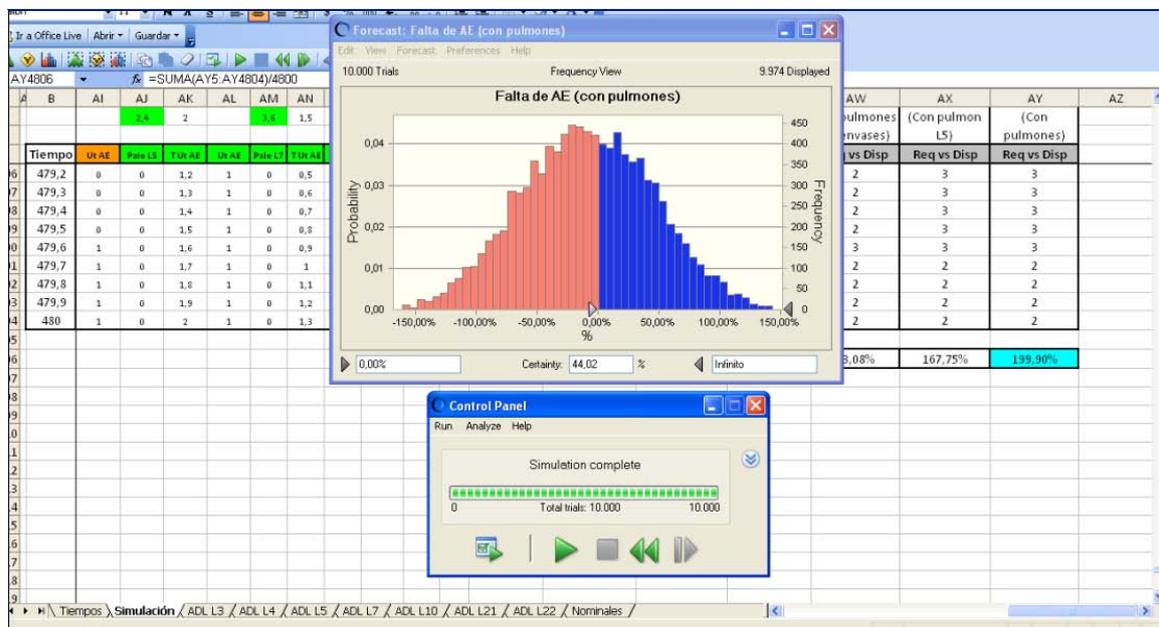
11. Plan de Acción

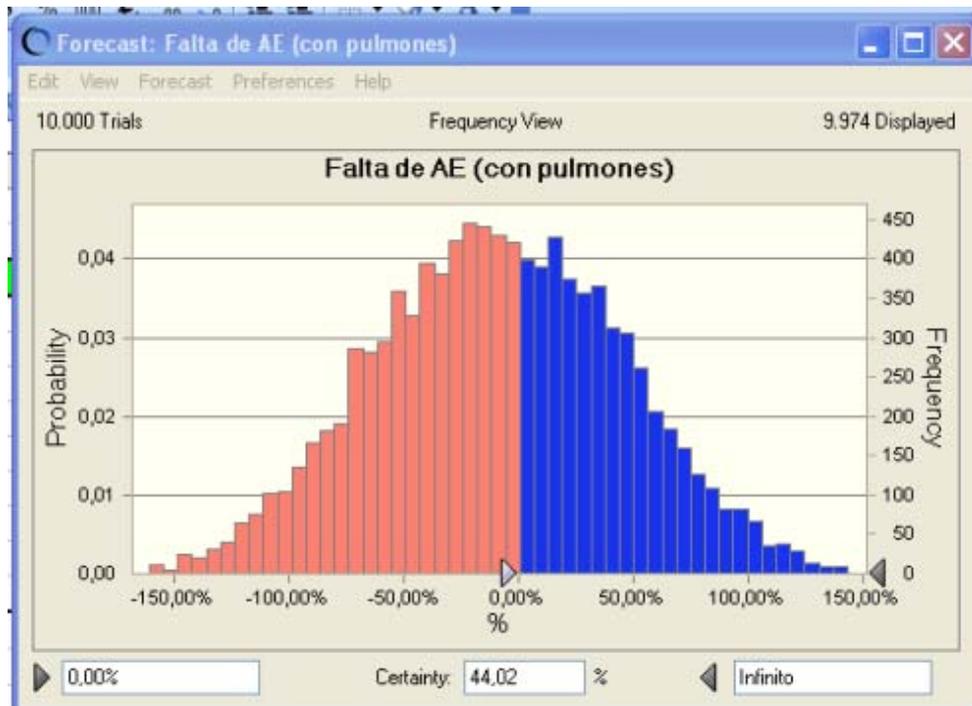
1) Balanceo de Mano de Obra inadecuado

Uno de los factores a estudiar es si la distribución de la mano de obra entre la atención a las líneas (6 operarios) y la carga de camiones (6 operarios) es la adecuada.

El objetivo del presente trabajo es maximizar la carga de camiones pero sin descuidar la atención a las líneas. De este modo analizaremos si es posible trasladar algún recurso de las líneas a la carga sin afectar de sobremanera la atención a las mismas.

Utilizaremos la misma simulación vista anteriormente, sólo que en esta ocasión supondremos que sólo 3 autoelevadores están atendiendo las líneas. El resultado es el siguiente:





De este modo podemos observar que el 44,02% de los minutos tenemos falta de autoelevador. Dicho valor en un turno significa un total de:

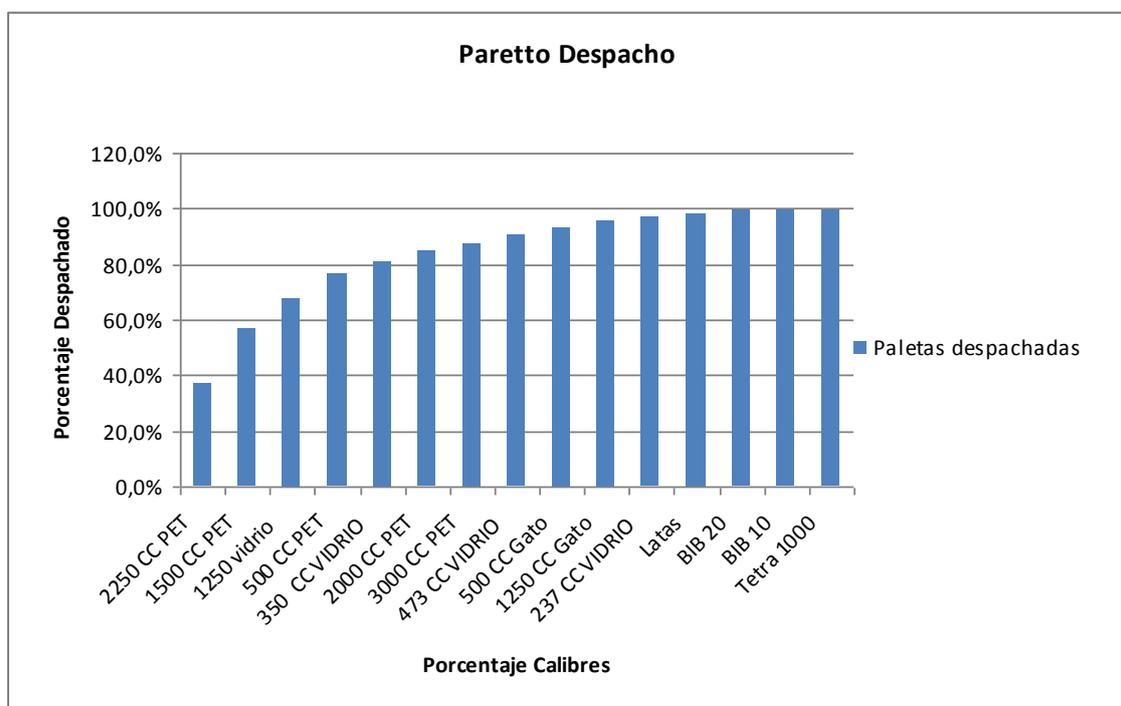
$$0,4402 * 480 = 211,3 \text{ min}$$

Esta cantidad de minutos con falta de autoelevador es inadmisibile ya que supondrá numerosas paradas de líneas por deficiente atención a las mismas. Luego concluimos que no es posible trasladar ningún recurso de las líneas a la carga.

2) Inadecuada distribución según rotación

Debemos analizar si la distribución de los distintos calibres dentro de los depósitos es la adecuada considerando la rotación que posee cada uno de ellos.

Calibre	Paletas despachadas	Porcentaje despachado	Acumulado paletas	Acumulado calibres
2250 CC PET	117673	36,8%	36,8%	6,3%
1500 CC PET	64869	20,3%	57,1%	12,5%
1250 vidrio	33746	10,6%	67,6%	18,8%
500 CC PET	29473	9,2%	76,9%	25,0%
350 CC VIDRIO	14436	4,5%	81,4%	31,3%
2000 CC PET	10543	3,3%	84,7%	37,5%
3000 CC PET	9660	3,0%	87,7%	43,8%
473 CC VIDRIO	9337	2,9%	90,6%	50,0%
500 CC Gato	8590	2,7%	93,3%	56,3%
1250 CC Gato	8276	2,6%	95,9%	62,5%
237 CC VIDRIO	4465	1,4%	97,3%	68,8%
Latas	3578	1,1%	98,4%	75,0%
BIB 20	2815	0,9%	99,3%	81,3%
BIB 10	882	0,3%	99,6%	87,5%
Tetra 1000	861	0,3%	99,8%	93,8%
Tetra 200	547	0,2%	100,0%	100,0%



Como ya hemos mencionado actualmente la distribución de los calibres por depósito es la siguiente:

Capacidad: 1016 paletas			
Depósito	Calibre	Porcentaje despachado	Línea
A	237 cc	1,40%	1
A	473 cc	2,70%	21
A	500 cc Gato	2,60%	22
A	1250 cc	3,30%	22
A	BIB 20	0,90%	BIB
A	BIB 10	0,30%	BIB
A	Tetra 1000	0,30%	8
A	Tetra 200	0,20%	9
Total despachado		11,70%	

Capacidad: 2775 paletas			
Depósito	Calibre	Porcentaje despachado	Línea
B	2000 cc	3,00%	3
B	2250 cc	36,80%	3 y 7
B	1500 cc	20,30%	4
B	3000 cc	2,90%	4
B	1250 cc Vidrio	10,60%	5
B	350 cc	4,50%	5
B	500 cc	9,20%	10
Total despachado		87,30%	

Capacidad: 792 paletas			
Depósito	Calibre	Porcentaje despachado	Línea
C	354 cc	1,00%	6

De acuerdo ello analizaremos estibar en el depósito más cercano a la carga (Depósito A) aquellos calibres cuya rotación sea mayor. De este modo buscaremos eficientizar la utilización del tiempo productivo. Igualmente debemos tener en cuenta dos factores:

- 1) Que la cantidad diaria producida de paletas de dicho/s calibre/s no exceda significativamente la capacidad del depósito A.

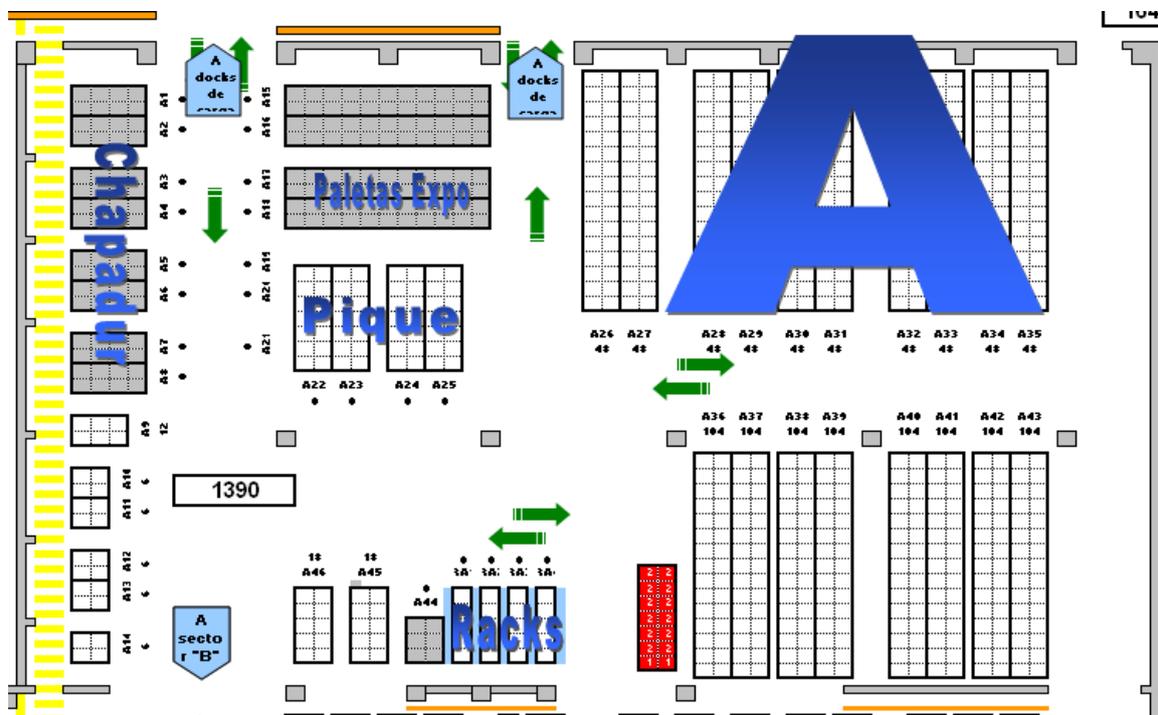
Línea	Máx pal por día
1	63
3	675
4	690
5	840
7	632
10	400
21	155
22	238
Total	3693

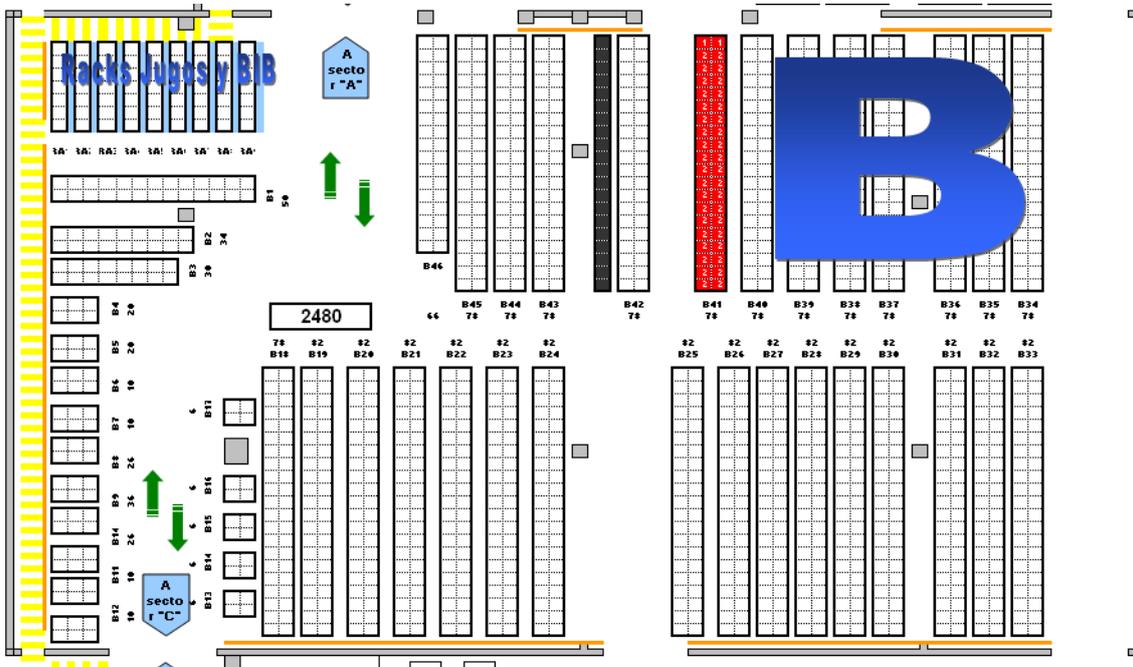
- 2) Que el tiempo adicional que significa trasladar la paleta al depósito A no repercuta de sobremanera en la atención a las líneas.

De este modo se procederá a analizar una redistribución de los calibres teniendo en cuenta dichas restricciones. Para realizar el análisis se utilizará la misma simulación utilizada con anterioridad modificando los tiempos de utilización de autoelevadores desde la línea al depósito según corresponda.

Observando el bajo porcentaje de despacho que representan los calibres de líneas BIB, 8 y 9 serán estibados en el depósito B. Así mismo el calibre 354 cc de latas permanecerá en el depósito C.

Con esta modificación la capacidad de los depósitos A y B se verá afectada de la siguiente forma:





Analizaremos tres alternativas de redistribución del resto de los calibres:

i)

Capacidad: 1390 paletas			
Depósito	Calibre	Porcentaje despachado	Línea
A	2250 cc	36,80%	3 y 7
A	2000 cc	3,00%	3
Total despachado		39,80%	

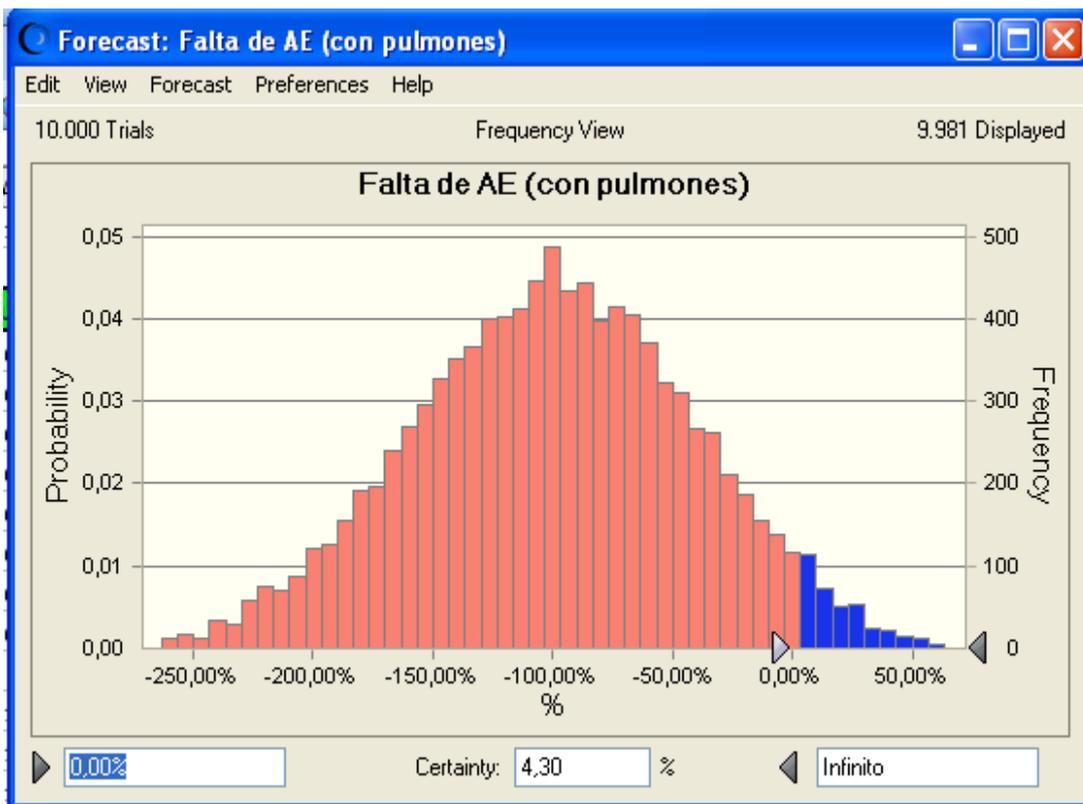
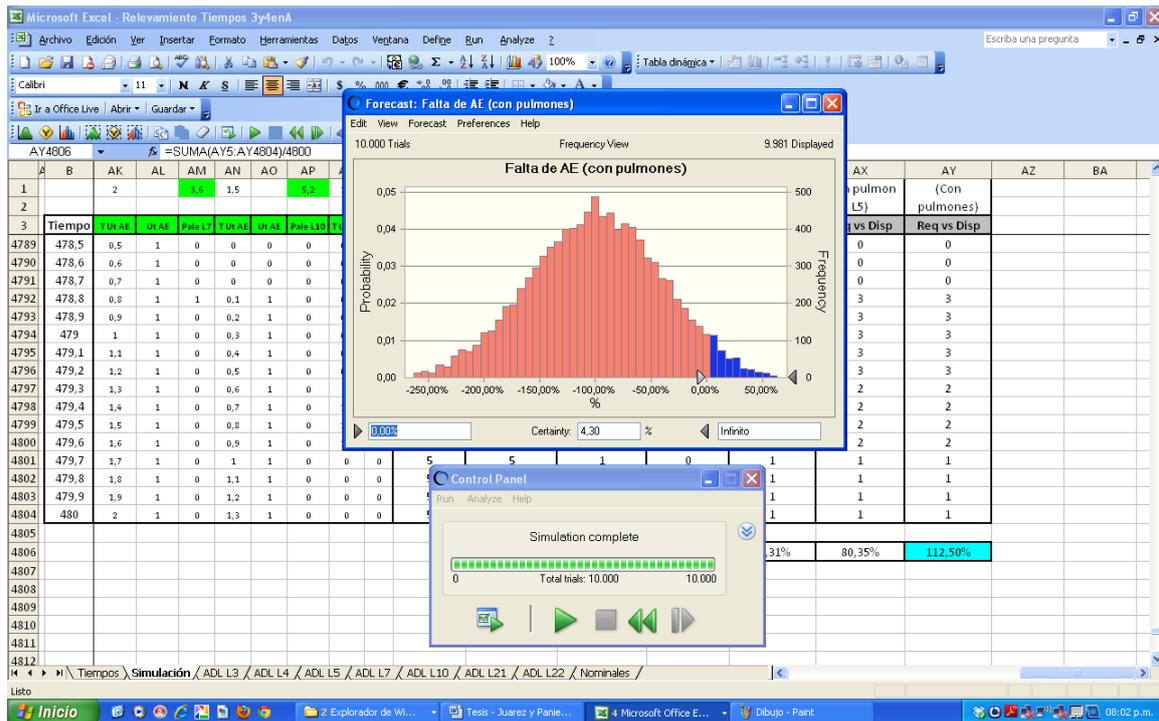
Capacidad: 2480 paletas			
Depósito	Calibre	Porcentaje despachado	Línea
B	1500 cc	20,30%	4
B	3000 cc	2,90%	4
B	1250 cc Vidrio	10,60%	5
B	350 cc	4,50%	5
B	500 cc	9,20%	10
B	237 cc	1,40%	1
B	473 cc	2,70%	21
B	500 cc Gato	2,60%	22
B	1250 cc	3,30%	22
B	BIB 20	0,90%	BIB
B	BIB 10	0,30%	BIB
B	Tetra 1000	0,30%	8
B	Tetra 200	0,20%	9
Total despachado		59,20%	

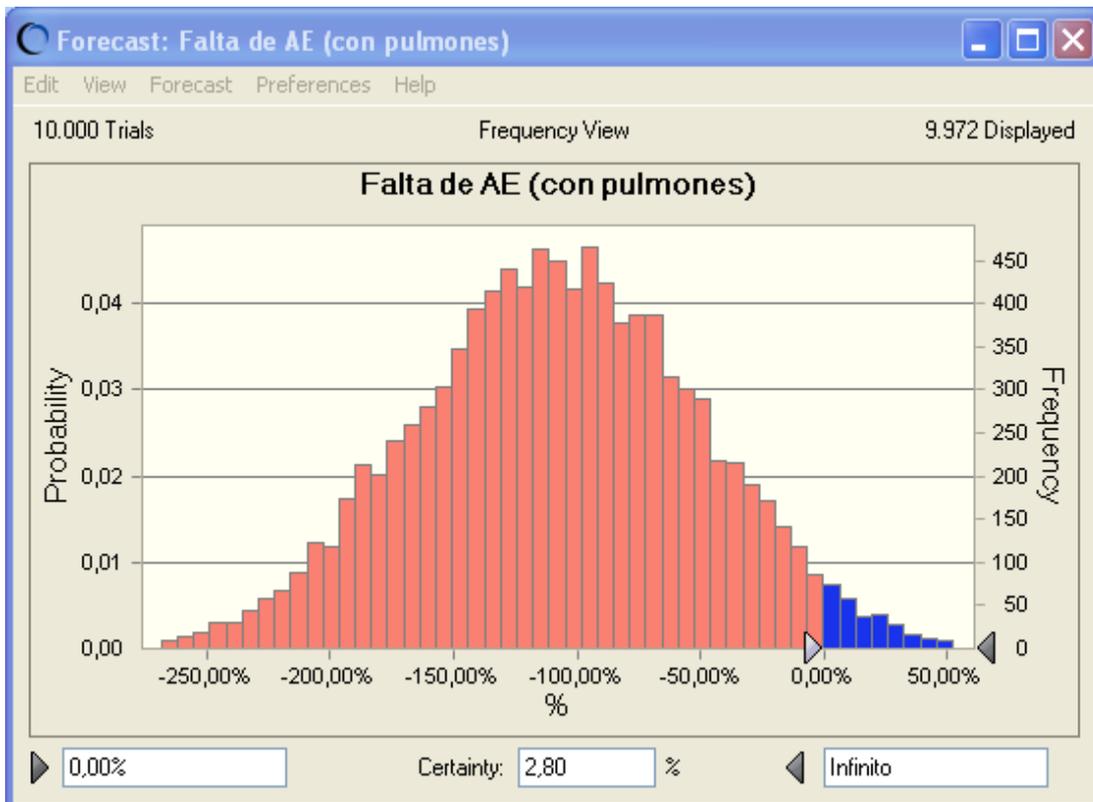
ii)

Capacidad: 1390 paletas			
Depósito	Calibre	Porcentaje despachado	Línea
A	2250 cc	16,40%	3
A	2000 cc	3,00%	3
A	1500 cc	20,30%	4
A	3000 cc	2,90%	4
Total despachado		42,60%	

Capacidad: 2480 paletas			
Depósito	Calibre	Porcentaje despachado	Línea
B	2250 cc	20,40%	7
B	1250 cc Vidrio	10,60%	5
B	350 cc	4,50%	5
B	500 cc	9,20%	10
B	237 cc	1,40%	1
B	473 cc	2,70%	21
B	500 cc Gato	2,60%	22
B	1250 cc	3,30%	22
B	BIB 20	0,90%	BIB
B	BIB 10	0,30%	BIB
B	Tetra 1000	0,30%	8
B	Tetra 200	0,20%	9
Total despachado		56,40%	

Resultados de la simulación





En conclusión, como podemos observar la alternativa iii) supone un menor impacto en la atención a las líneas y además permite estibar en el depósito A aquellos calibres que representan el mayor porcentaje de despachos. De este modo nos inclinamos por esta opción.

Hay que tener en cuenta que optando por esta opción el porcentaje de falta autoelevador en la atención ha aumentado respecto a la configuración original del 2,26% al 2,8%.

Este valor en un turno representa:

$$0,028 * 480 = 13,44 \text{ min}$$

Debemos considerar, como ya hemos mencionado anteriormente, que estos 13,44 minutos de falta de autoelevador se encuentran repartidos entre 8 líneas de producción por lo cual no debería significar una parada de las mismas ya que cada una posee un pulmón de pallets de producto terminado.

Donde sí se debe tener foco es en la alimentación con botellas a aquellas líneas que trabajan con envases de vidrio (líneas 1, 5 y 21) debido a que no atenderla en el instante indicado sí significa una parada de línea.

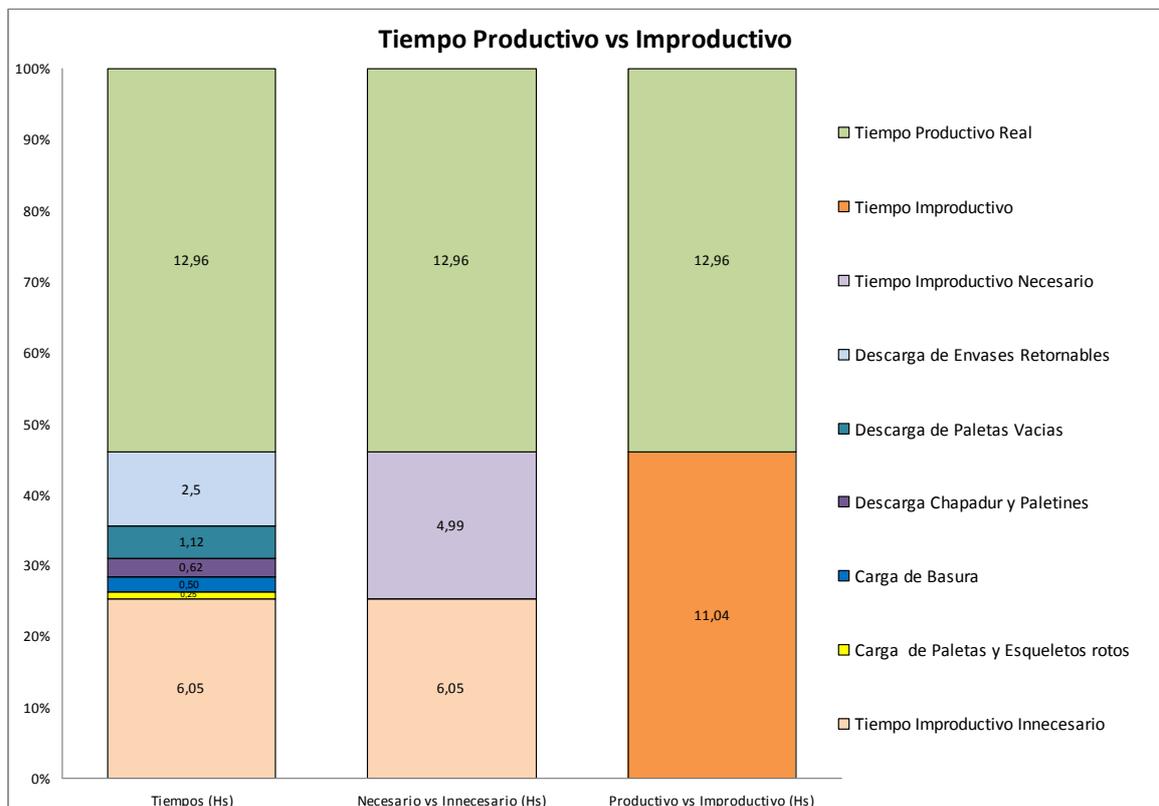
Con esta nueva configuración el tiempo de carga pasa a ser el siguiente:

Línea	Calibre	Tiempo de carga (seg/pall)	Ponderación	Tiempo ponderado (seg/pall)
22	1250 CC Gato	35,5	2,63%	0,93
5	1250 vidrio	35,5	10,73%	3,81
4	1500 CC PET	24,7	20,62%	5,09
3	2000 CC PET	35,5	3,35%	1,19
3	2250 CC PET	35,5	16,40%	5,82
7	2250 CC PET	24,7	20,40%	5,04
1	237 CC VIDRIO	35,5	1,42%	0,50
4	3000 CC PET	24,7	3,07%	0,76
5	350 CC VIDRIO	35,5	4,59%	1,63
21	473 CC VIDRIO	35,5	2,97%	1,05
22	500 CC Gato	35,5	2,73%	0,97
10	500 CC PET	35,5	9,37%	3,33
6	Latas	46,3	1,14%	0,40

Tiempo promedio ponderado (seg/pall)	30,13
Tiempo por camión (seg)	783,26
Tiempo por camión (min)	13,05

De este modo hemos bajado casi dos minutos el tiempo de carga por camión respecto a la configuración actual.

Suponiendo que se mantiene el tiempo improductivo (tanto necesario como innecesario):



Ahora con 12,96 Hs de tiempo productivo el valor de despacho de paletas ha aumentado a:

$$\frac{12,96Hs * 3600 \frac{seg}{h}}{30,13 \frac{seg}{pal}} * 2 = 3096,88 pal$$

Es decir que cargando de a 2 camiones en paralelo, con la reubicación de calibres la Planta está capacitada para despachar 3097 pallets. Dicho valor es inferior aún al objetivo de 3500 pallets.

3) Falta de camión para despacho

Los factores que ocasionan la falta de camión para despacho son netamente externos, es decir no puede ser evitado con acciones propias del sector de Logística Industrial. Estos son:

- 1) Demoras en carga y descarga en otras Operaciones
- 2) Mala planificación por parte de Tráfico
- 3) Ausencias
- 4) Rotura de camión
- 5) Conflictos gremiales

Luego buscaremos tomar acciones que permitan que la falta de camión impacte de la menor manera posible en la ineficiencia del despacho de producto terminado hacia fuera de la Planta.

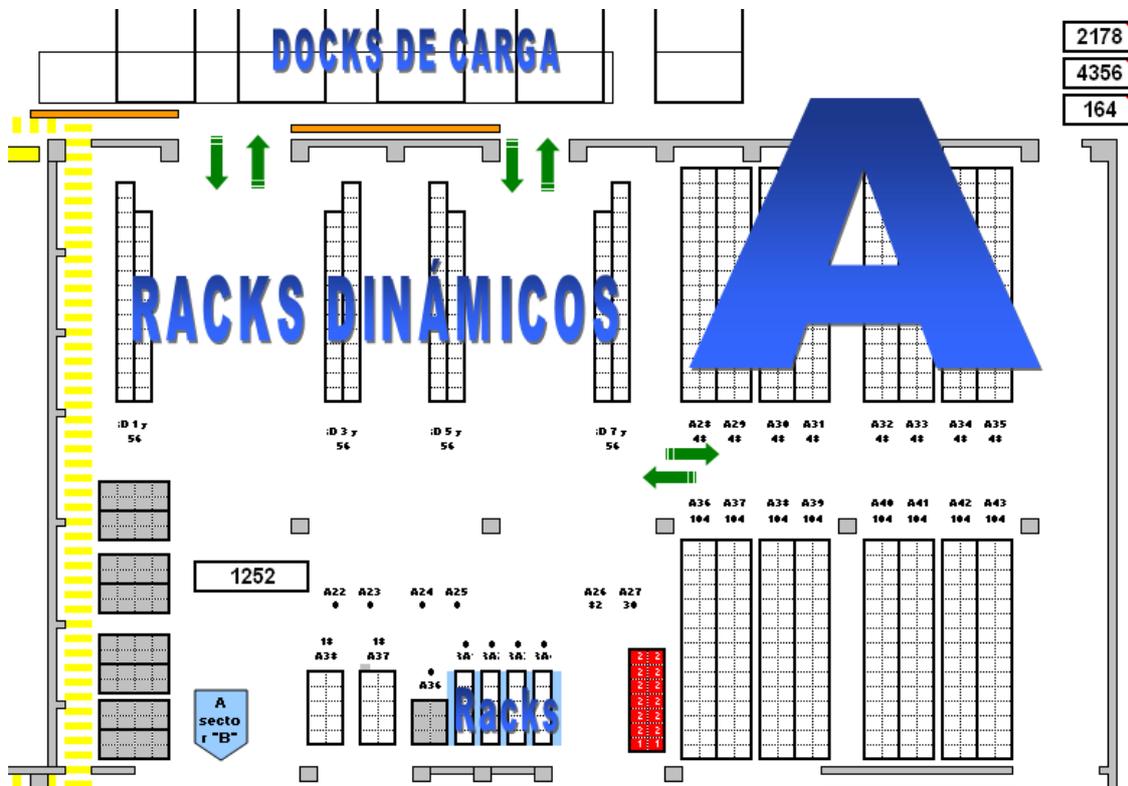
Consiste en reducir o eliminar uno de los componentes del tiempo improductivo innecesario.

Como ya hemos mencionado la Planta opera con 7 empresas de transporte, las cuales tienen asignadas ya las cargas por parte de Tráfico.

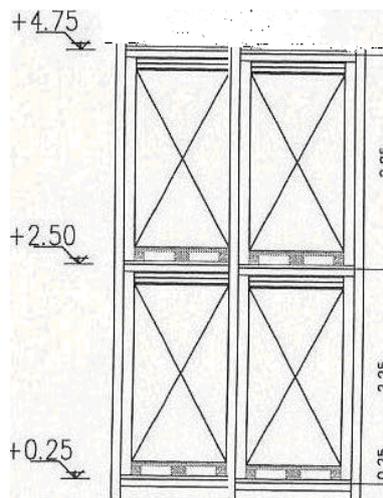
1. Maxidiesel
2. Frida
3. Logística Facundo
4. Río de las Vueltas
5. Laurenzano
6. Lastau
7. Express

La propuesta será entonces tener las cargas de cada transporte armadas previamente de modo de poder aprovechar en parte el tiempo muerto de carga por falta de camión.

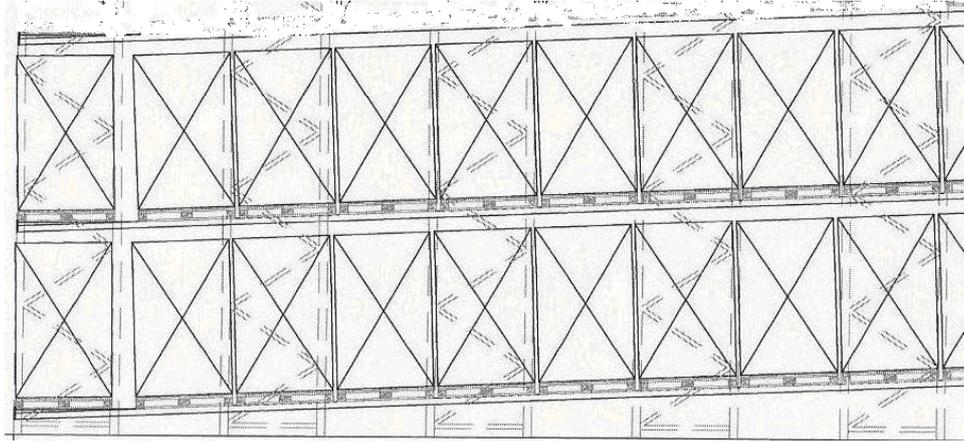
Para ello se colocan 4 Racks dinámicos del tipo “Pallet Flow” de dos niveles cada uno y una capacidad de 13 pallets. Los mismos estarán ubicados dentro del Depósito A junto a los docks de carga. Es decir una vez que se presente el camión, la carga del mismo ya se encontrará previamente armada en uno de los Racks. De este modo uno de los operarios sólo deberá trasladarlo desde allí al camión correspondiente.



Cada piso de dos filas de Racks representará la carga de un camión determinado.

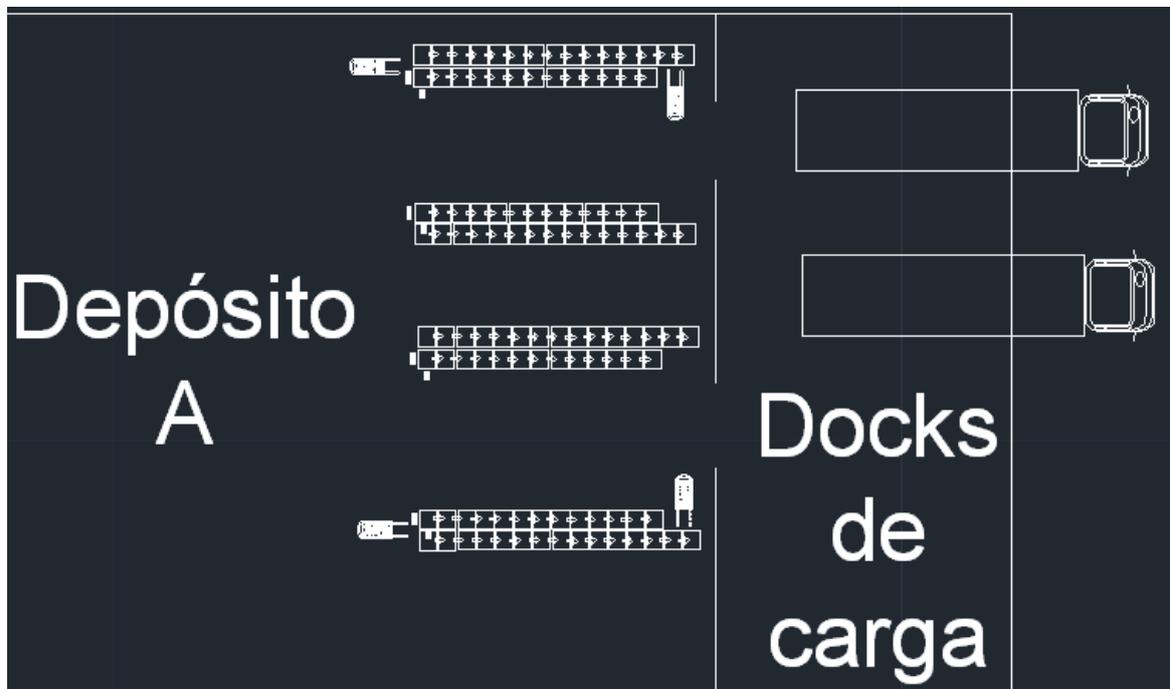


Vista Frontal



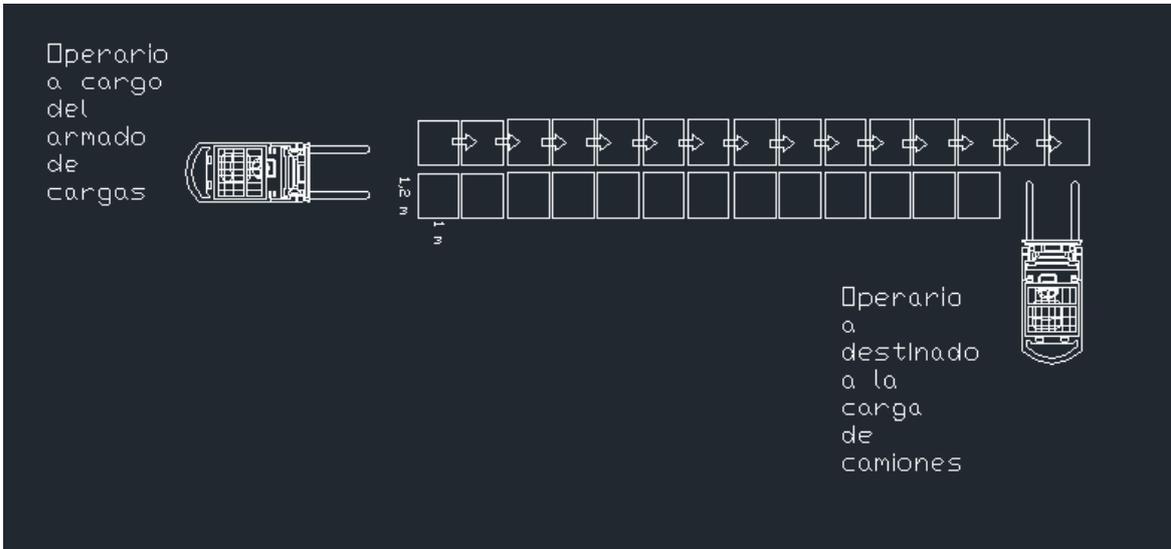
Vista lateral

Dos operarios de la carga armarán los pedidos de cada transporte en los Racks y los otros dos cargarán los camiones con dicho pedido una vez que se presenten.



El procedimiento es el siguiente:

- 1) El camión se presenta en la oficina de verificadores quienes le asignan la carga según lo asignado por el personal de Tráfico.
- 2) El camión se ubica en el dock de carga indicado y uno de los dos operarios de la carga procede a cargarlo. Mientras, uno de los dos operarios de armado de pedido procede al armado del próximo.
- 3) Las paletas son retiradas de los Racks dinámicos por el costado del mismo de modo que se toma del lado de 1 m. **De este modo podemos evitar también el movimiento innecesario que acarrea el acomodo del pallets para la carga del camión.**



Otra de las ventajas de la implementación de dicho sistema es el ahorro de traslado de autoelevador ya que la paleta se mueve por gravedad desde un extremo del rack al otro.

TIEMPOS CARGA DE RACKS

Suponiendo una velocidad de 20 km/h del autoelevador y un tiempo de 5 segundos en tomar y dejar los pallets por el AE:

Depósito	Distancia a racks (m)	Tiempo (seg)
A	40	17,2
B	90	26,2

Línea	Calibre	Tiempo de carga (seg/pall)	Ponderación	Tiempo ponderado (seg/pall)
22	1250 CC Gato	26,2	2,63%	0,69
5	1250 vidrio	26,2	10,73%	2,81
4	1500 CC PET	17,2	20,62%	3,55
3	2000 CC PET	26,2	3,35%	0,88
3	2250 CC PET	26,2	16,40%	4,30
7	2250 CC PET	17,2	20,40%	3,51
1	237 CC VIDRIO	26,2	1,42%	0,37
4	3000 CC PET	17,2	3,07%	0,53
5	350 CC VIDRIO	26,2	4,59%	1,20
21	473 CC VIDRIO	26,2	2,97%	0,78
22	500 CC Gato	26,2	2,73%	0,72
10	500 CC PET	26,2	9,37%	2,45
6	Latas	34,2	1,14%	0,30

Tiempo promedio ponderado (seg/pall)	21,78
Tiempo por rack (seg)	566,27
Tiempo por rack (min)	9,44

TIEMPOS CARGA DE CAMIONES

Considerando también una velocidad de 20 km/hora y un tiempo de 5 segundos en tomar y dejar los pallets por el AE:

Distancia promedio a camión (m)	Tiempo (seg/pall)	Tiempo (min/camión)
25	14,5	6,28

De este modo podemos observar que el ritmo de despachos va a estar marcado por la velocidad de carga de racks, cuyo tiempo es mayor.

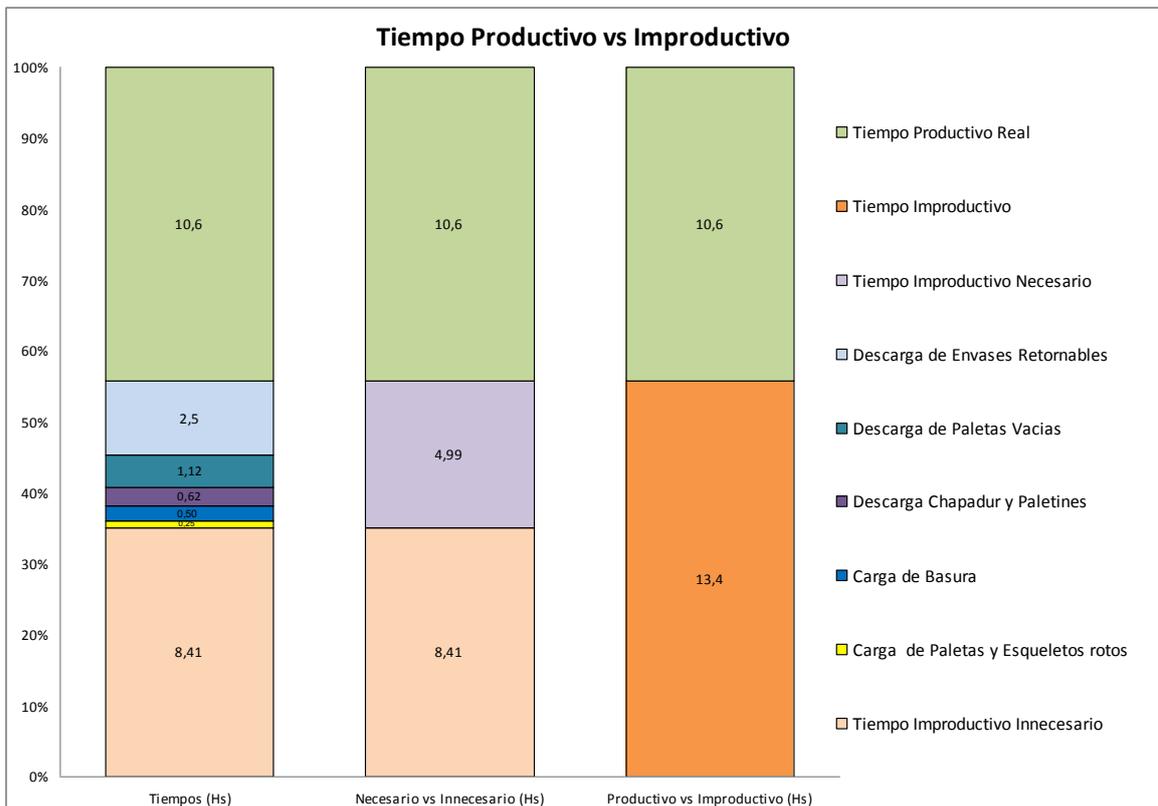
En conclusión, con esta nueva disposición del layout el tiempo de carga por camión es de tan sólo 9,44 minutos. Además considerando que se cargan dos camiones en forma paralela dicho tiempo se reduce a la mitad.

Para alcanzar el objetivo de 3500 pallets utilizando esta nueva configuración se requiere el siguiente tiempo productivo:

$$3500\text{pal} * \frac{21,78\text{seg} / \text{pal}}{2} = 38115\text{seg} = 10,59\text{hs}$$

De este modo al requerir un tiempo menor para cargar las 3500 paletas propuestas, se dispondrá de mayor margen para poder afrontar el tiempo improductivo innecesario (ya sea generado por falta de AE, falta de camión, accidentes o ausencias).

	Actividades	Tiempo Perdido (Hs)
Tiempo improductivo Necesario	Paletas Vacias	1,12
	Envases Retornables	2,50
	Carga de Basura	0,50
	Chapadur y Paletines	0,62
	Paletas y Esqueletos rotos	0,25
Tiempo Improductivo Innecesario	Espera por falta de camión	8,41
	Ausencias	
	Falta de AE	
Total		13,40



Es decir que con esta configuración podemos perder hasta 8,41 horas de tiempo innecesario por día en la carga e igualmente sería posible alcanzar el valor de 3500 paletas despachadas.

Proponemos comenzar a llevar el indicador horas con falta de camión de modo de poder discernir con mayor claridad el aporte de cada factor al tiempo improductivo innecesario.

4) Falta de mantenimiento preventivo

Hoy en día, sólo existe en el almacén un mantenimiento de los equipos preventivo programado (como el que se realiza por programas de revisiones, por tiempos de funcionamiento, kilometraje, etc) y un mantenimiento correctivo diferido (al producirse el defecto en la maquina se produce un paro de la misma para posteriormente afrontar la reparación, nunca afrontando la causa raíz).

A partir del brainstorming realizado se concluyó que este mantenimiento de los autoelevadores no es el adecuado para tener un despacho eficiente en el almacén. En muchos casos, los autoelevadores limitan la capacidad de trabajo por no funcionar correctamente, por funcionar a una menor velocidad que la esperada o por necesitar parar frecuentemente para ser atendidos.

Por esta razón, con el objetivo de eliminar los desperdicios que surgen a partir de la utilización de los autoelevadores, se propone la implementación en el almacén del sistema TPM (Mantenimiento Productivo Total).

El objetivo del TPM será lograr la máxima eficiencia en la utilización de los equipos por medio de la eliminación de sus pérdidas a través de la participación de todos los empleados en pequeños grupos de actividades voluntarias. El TPM incorpora una serie de nuevos conceptos entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta.

Para su correcta implementación, el TPM se sustenta en 8 pilares:

1. Mejora Focalizada: Son actividades que tienen como objetivo maximizar la efectividad de los equipos. Para ello es necesario eliminar o reducir lo máximo posible las mudas (pérdidas) en los equipos. Por un lado se tiene las averías y tiempos de preparación que ocasionan tiempos muertos. En segundo lugar se tiene el funcionamiento a velocidad reducida y por último, los cambios y ajustes no programados.

Muchas veces ocurre que los autoelevadores se deterioran por falta de un buen programa de mantenimiento o simplemente porque los encargados de observar y corregir estas fallas aceptan estas pérdidas; cuando debería ocurrir todo lo contrario, los equipos deberían funcionar bien desde la primera vez y siempre.

2. Mantenimiento Autónomo: La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo. No se trata de que cada operario cumpla el rol de un mecánico, sino de que cada operario conozca y cuide su equipo además ¿Quién puede reconocer de forma más oportuna la posible falla de un equipo antes de que se presente? Obviamente que el operador calificado ya que él pasa mayor tiempo con el equipo que cualquier mecánico. El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- Contaminación por agentes externos
- Rupturas de ciertas piezas
- Desplazamientos
- Errores en la manipulación

Con sólo instruir al operario en:

- Limpiar
- Lubricar
- Revisar

3. Mantenimiento Planeado: El objetivo del mantenimiento planeado es que el operario puede detectar donde está la falla antes que la máquina vaya a mantenimiento. Luego el operario debe indicar dónde está la falla a partir de una referencia así cuando la

máquina llega a mantenimiento ya se sabe dónde está el problema y no se pierde tiempo buscándolo.

4. Capacitación: El objetivo es, como toda capacitación, aumentar las capacidades y habilidades de los empleados.
5. Control Inicial: Este control nace después de ya implantado el sistema cuando se adquieren máquinas nuevas.
6. Mejoramiento para la calidad: Este pilar se basa en la búsqueda constante de mejoras en el proceso de mantenimiento y equipos para llegar a alcanzar cero defectos.
7. TPM en los departamentos de apoyo: Eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia
8. Seguridad Higiene y Medio Ambiente: Crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación.

5) Falta de estandarización del proceso

La estandarización es la herramienta que permite definir un criterio óptimo y único en la ejecución de una determinada tarea u operación.

El trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional. Sin el trabajo estandarizado, no se puede garantizar que, las operaciones necesarias para la obtención de los productos, se realicen siempre de la misma forma. La estandarización permite la eliminación de la variabilidad de los procesos.

Al estandarizar las operaciones se establece la línea base para evaluar y administrar los procesos y evaluar sus desempeños lo cual será el fundamento de las mejoras.

Beneficios de la estandarización

- ★ Recopila los métodos de trabajo de los operarios más expertos y los hace extensivos a toda la fábrica. Se mejora la productividad.
- ★ Acelera el proceso de aprendizaje del personal de nueva incorporación.
- ★ Reduce el riesgo de errores que afecten a la calidad del producto y a la seguridad de las personas.
- ★ Establece una base documentada del conocimiento operativo de la empresa, que será el pilar de futuras mejoras.
- ★ La incorporación de una metodología optimizada de trabajo y su cumplimiento produce un efecto motivador y de incremento de la disciplina.

- ★ Mejora la detección de los problemas y los desperdicios.
- ★ Crea una gestión visual fácil de comprender por todo el personal de la planta.
- ★ Las empresas que tiene definidos estándares de trabajo, consiguen mejoras continuas en la productividad y en la calidad. Además crean una base documentada del conocimiento que facilita procesos de aprendizaje ágiles y efectivos.
- ★ La estandarización es la base para la mejora continua.

En la configuración actual de trabajo no se observa estandarización alguna del proceso, siendo realizadas las tareas siguiendo únicamente un criterio basado en la experiencia. Es decir las cosas se hacen de la forma que siempre se han hecho pero no se sabe por qué se hacen de dicha forma.

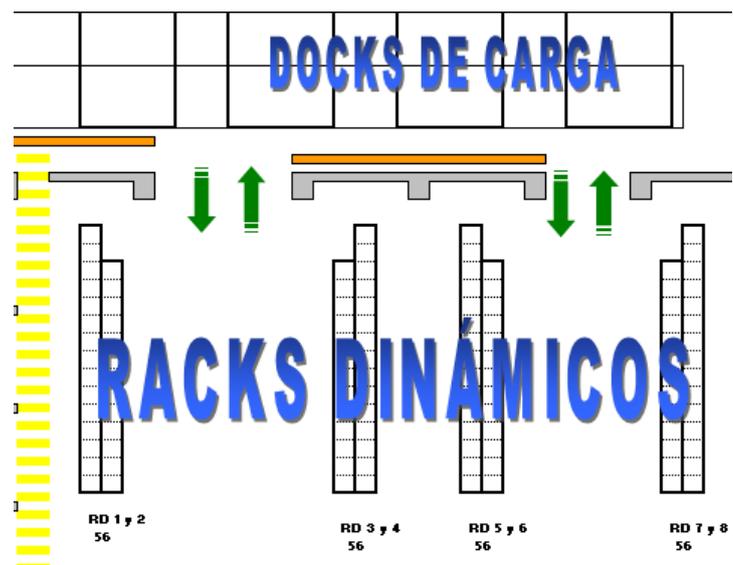
Durante las secciones anteriores hemos visto por qué el despacho de paletas llega a un valor de 2700 pallets, observando la existencia de un tiempo productivo y otro improductivo.

Uno de los principales requisitos que exige la aplicación de Lean es la estandarización de procesos ya que sino no es posible medir su performance. La única forma de determinar si la cantidad de paletas despachadas durante un día determinado fue buena o no es teniendo estandarizadas las tareas que involucran el proceso de modo de poder conocer cuál es la capacidad máxima de despacho.

Ahora, a partir de la nueva configuración de trabajo, buscaremos estandarizar cada una de las tareas del proceso de carga.

1) Se armarán previamente los pedidos en los Racks dinámicos siguiendo secuencialmente este orden:

Número de carga	Número de rack dinámico
1	1
2	5
3	3
4	7
5	2
6	6
7	4
8	8
9	1
10	5
...	...



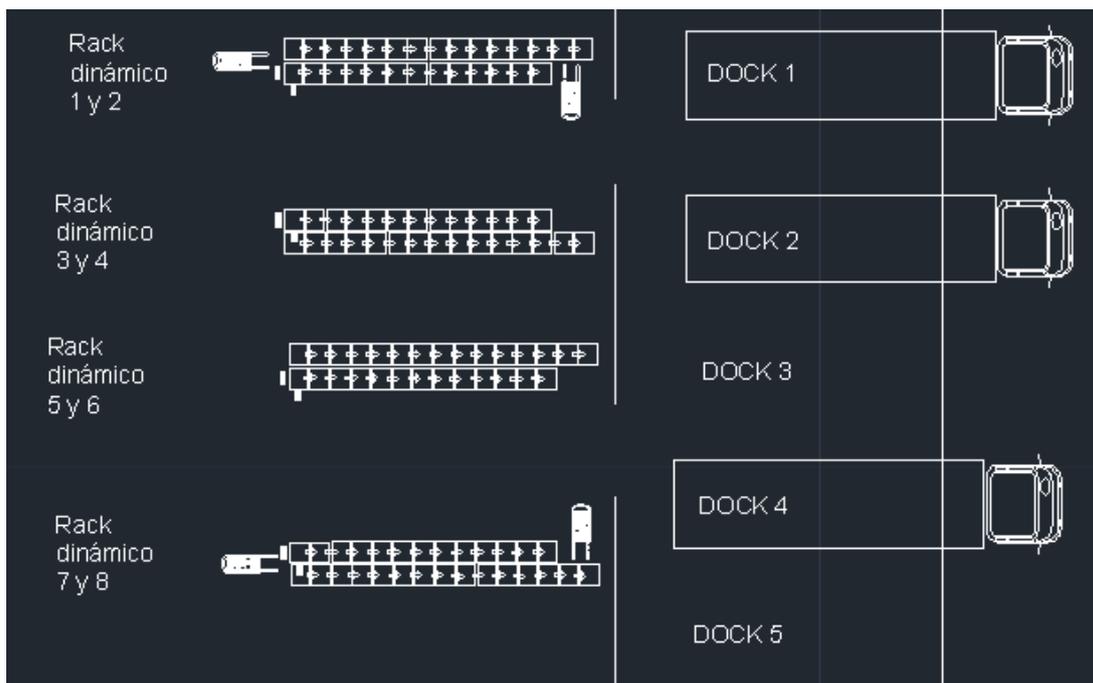
De este modo evitaremos el cruce innecesario de autoelevadores en la carga de los racks.

2) Para armar los pedidos se colocarán monitores en los extremos de cada rack en la cual se mostrará la próxima carga, y la patente, datos del transporte y número de dock en que cargará (una vez que el mismo se presente en la oficina de verificación). Dicha información la proveen los verificadores.

3) Los verificadores al realizar el ingreso del transporte correspondiente le asignarán un dock determinado que se encuentre junto al rack donde se encuentra ya preparada su carga.

Sobre cada dock de carga se colocarán también monitores especificando los datos del chofer y la carga correspondiente.

Número de rack dinámico	Número de dock
1	1
2	1
3	2
4	2
5	4
6	4
7	5
8	5



4) Se operará de hasta 2 camiones de carga y 1 de descarga (envases, chapadur, etc) en los docks simultáneamente.

i) Con sólo 2 camiones cargando y ninguno descargando:

Número de rack dinámico	Número de dock
1	1
2	1
3	2
4	2
5	3
6	3
7	4
8	4

ii) Con 2 camiones cargando y 1 descargando:

Número de rack dinámico	Número de dock
1	1
2	1
3	2
4	2
5	4
6	4
7	5
8	5

En el dock 3 se posicionará el camión a descargar.

5) Una vez que el camión es cargado el operario que ha efectuado dicha carga lo marcará en la pantalla de modo que el verificador pueda asignar el próximo pedido a cargar en ese rack.

Conclusión

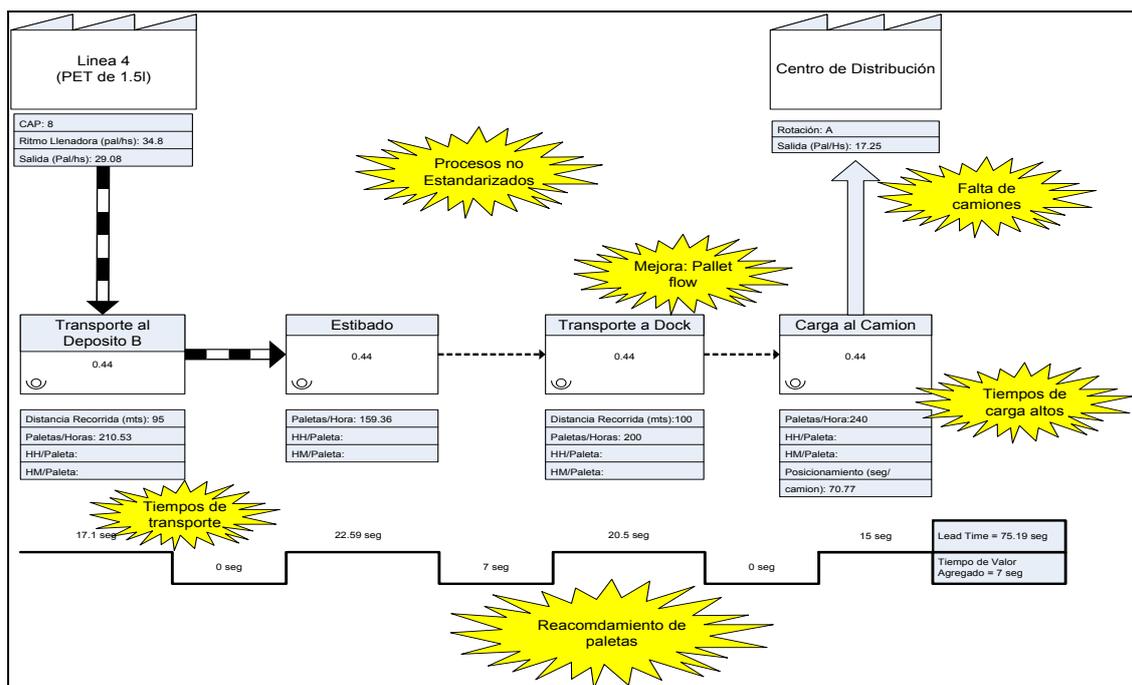
La aplicación de las herramientas lean y la “forma de pensar” de esta cultura proveniente del Japón contribuyeron en gran medida a encontrar los distintos desperdicios que actualmente existen dentro del almacén. A pesar de que a priori estos desperdicios no parecían muy significativos, mediante su eliminación sumada a distintas propuestas de mejora, se demostró que es posible alcanzar una mayor eficiencia en el despacho de paletas.

Quedó demostrado también que no siempre son necesarios grandes cambios para alcanzar mejoras dentro de un almacén. A veces, con solo clarificar las distintas actividades involucradas en un proceso, basta para apreciar posibles formas de optimizarlo.

A continuación se puede ver en el Mapa de la Cadena de Valor los distintos desperdicios encontrados y las mejoras propuestas para lograr el objetivo planteado en este trabajo. Entre ellos se encuentran:

- Los tiempos de transporte altos a los depósitos que pueden mejorarse simplemente redistribuyendo las estibas según la rotación de los productos.
- El desperdicio encontrado en la reacomodación de paletas que pueden evitarse con la incorporación de los pallets flows, los cuales permiten retirar los mismos por su lateral.
- Los tiempos de carga altos que se pueden reducir con la incorporación de los pallets flows y la implementación de un procedimiento de carga.
- La falta de estandarización de los procesos.
- La falta de mantenimiento preventivo.

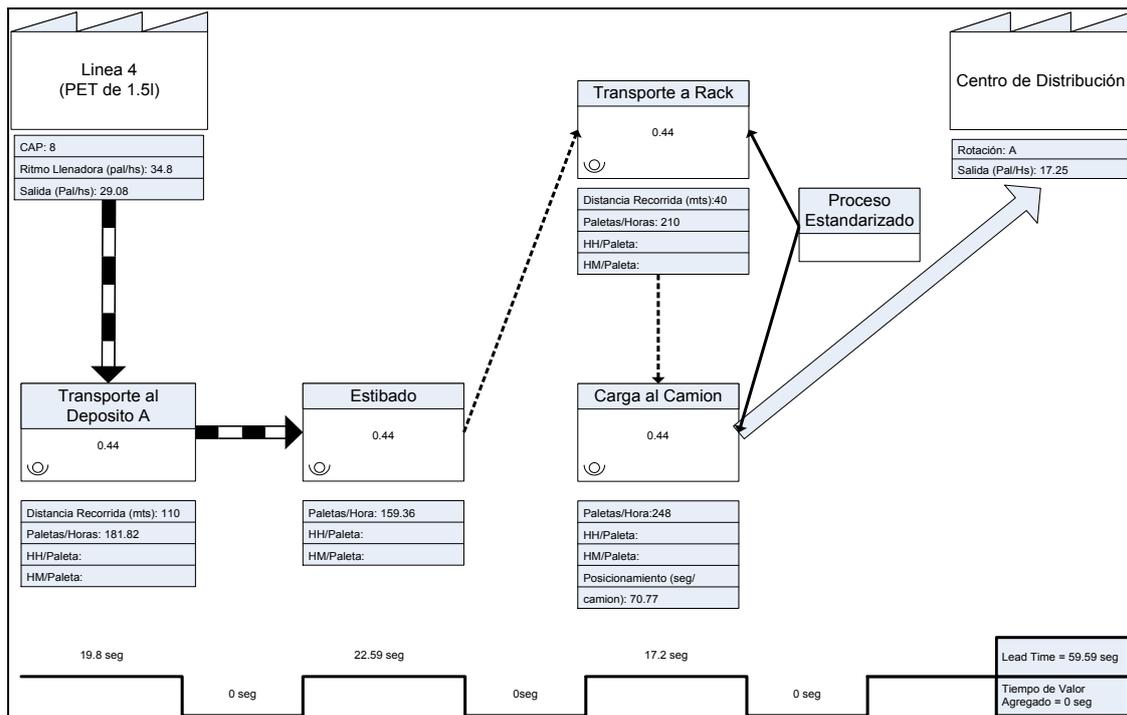
Como ejemplo se muestra la línea 4:



Una vez mapeada la situación actual y analizado los distintos desperdicios dentro del proceso, fue posible desarrollar un mapa de la situación futura en donde se pueden ver las distintas mejoras a implementar y la eliminación o cambio de las distintas actividades que no agregaban valor al proceso.

El mapa de la situación futura incluyó reducción de algunos tiempos medidos, cambios sugeridos en las actividades que se desarrollaban actualmente y la incorporación de nuevas acciones que impliquen una mejora en el proceso:

Se toma como ejemplo nuevamente la línea 4 que es la línea que sufrió todas las modificaciones planteadas en el plan de acción:



Para finalizar, debajo se resume una comparación entre la configuración actual del almacén y la propuesta en el plan de acción:

Item	Configuración actual	Configuración con Reubicación de calibres	Configuración con Reubicación de calibres + Racks dinámicos	Variación porcentual
Capacidad total depósitos (pal)	3804	3869	3755	✘ -1,3%
Tiempos de carga por paleta (seg)	34,57	30,13	21,78	✔ -37,0%
Falta de AE en líneas (%)	2,26	2,8	2,8	✘ 23,9%
Capacidad de despacho (pal)	2700	3097	4284	✔ 58,7%

Ventajas	Desventajas
Menor impacto de falta de camión en la eficiencia de despacho	Menor capacidad de estibado en depósitos
Mayor capacidad de despacho	Mayor falta de AE en la atención a las líneas
Menores cruces entre AE	Se agrega un movimiento adicional al implementar el prearmado de cargas en racks dinámicos
Elimina reacomodo del pallet	

Aunque con dicha configuración obtenemos una menor capacidad de estibado en depósitos, al aumentar la eficiencia de despacho esta reducción no conlleva paradas de línea por falta de espacio. Es decir la capacidad diaria de recibir paletas dentro del depósito aumenta:

$$\text{Capacidad diaria} = \text{Capacidad depósitos} + \text{Capacidad de despacho}$$

$$\text{Capacidad diaria} = 3755 \text{ paletas} + 4284 \text{ paletas} = 8039 \text{ paletas}$$

Por otro lado, la falta de atención a las líneas aumenta como hemos observado pero dicho aumento no debería generar paradas de las mismas. Donde sí hay que hacer foco es en la atención de aquellas líneas que operan con botellas de vidrio (líneas 1, 5 y 21).

Por último, es cierto que al implementar el pre armado de cargas en racks dinámicos se agrega un movimiento adicional, yendo en contra en cierta forma de lo que expone la Cultura Lean. Pero hay que tener en cuenta que dicho movimiento adicional se incorpora de modo de poder eliminar y reducir dos desperdicios:

- a) El reacomodo de pallet.
- b) El tiempo de espera por falta de camión.

Por lo cual en forma global la eficiencia del proceso sí aumenta.

En conclusión, mediante la aplicación de la Cultura Lean en los procesos involucrados en la Logística Industrial hemos alcanzado e incluso superado los objetivos propuestos a la hora de encarar el proyecto.

Dicha metodología puede ser aplicada no sólo en sectores productivos, sino que puede ser adoptada de forma de aplicarla en cualquier ámbito donde se desarrollen procesos. La efectividad en dicha adopción puede llevar a mejoras drásticas como los observados en este trabajo y la implementación del ciclo PDCA permite encontrar continuamente oportunidades de mejora.

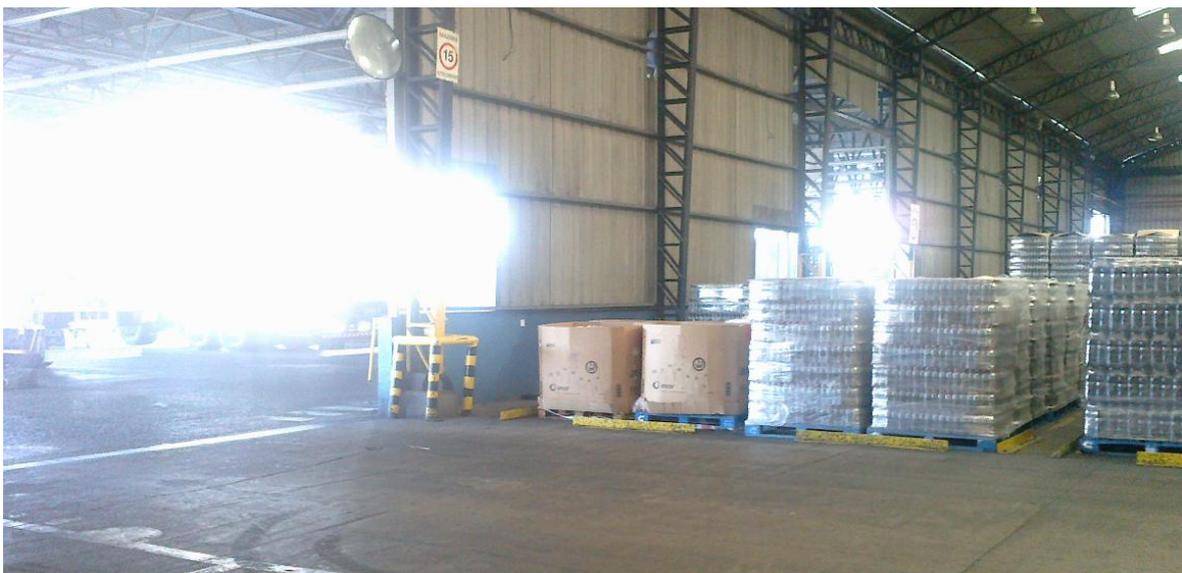
Bibliografía

- Womack, James P., Ph.D. : *The Machine That Changed the World : The Story of Lean Production*, Noviembre 1991
- Ohno, Taiichi: *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Marzo 1988
- Shingo, Shigeo: *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint (Produce What Is Needed, When It's Needed)*, Octubre 1989
- OIT (Oficina Internacional del Trabajo): *Introducción al Estudio del Trabajo*, Marzo 1997
- *Pilares Básicos del TPM* -<http://tpm.awardspace.us/Pilares-del-TPM.html> (Consulta 05 de Abril de 2014)

Anexo 1: Fotos



Depósito A



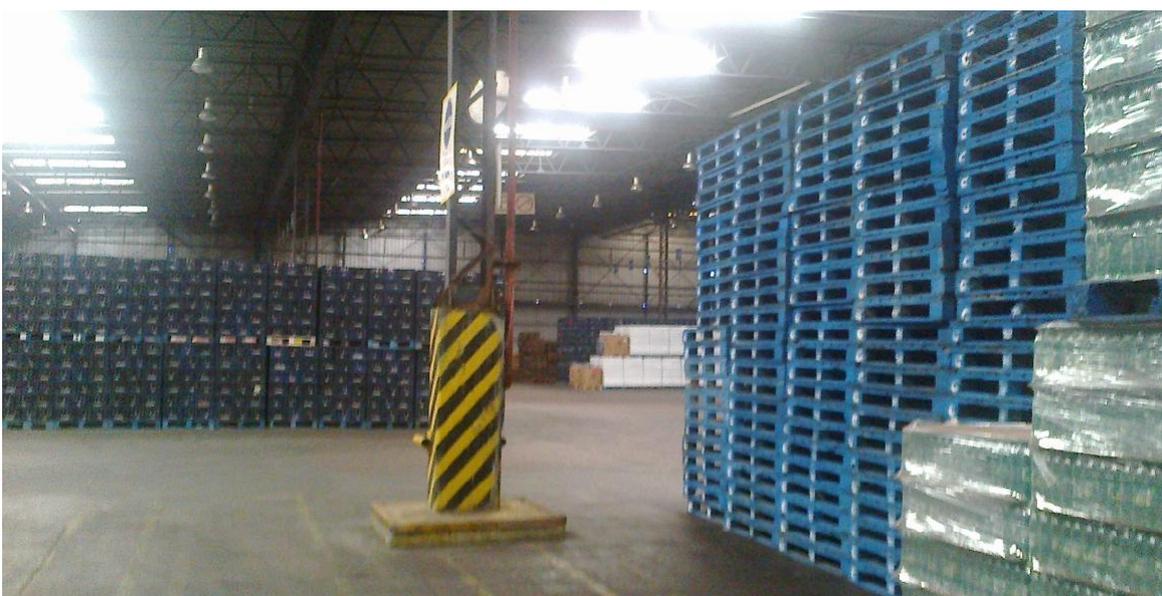
Acceso al dock de carga desde el depósito A



Depósito A



Estiba de 1250cc vidrio en el depósito B



Depósito B



Depósito B



Depósito B



Docks de carga

Anexo 2: Toma de tiempos

A continuación se muestran las distintas mediciones utilizadas para la construcción del mapa de la cadena de valor.

Los datos de las distintas líneas se calcularon a partir de un tiempo conocido como el del ritmo de la llenadora (cuello de botella).

Los recursos de mano de obra y de maquinaria formaron parte del análisis de este trabajo pero no se consideró relevante reflejarlo por las distintas líneas de la planta. Ambos recursos son compartidos por las distintas líneas y resulta poco eficiente intentar calcular cuánto le corresponde a cada una de ellas.

Por otro lado, las diversas distancias recorridas se midieron en mapas a escala en base a las dimensiones ya conocidas del almacén. La velocidad del autoelevador se definió arbitrariamente luego de consultarla durante la actividad de brainstorming. Con estos últimos dos datos fue posible calcular los tiempos de recorrido de los autoelevadores dentro del almacén.

Finalmente, para obtener los tiempos de estibado y los de la carga de camión se tuvo que hacer un trabajo de campo midiendo con cronometro los distintos tiempos. Para la obtención de datos más certeros, se tomó un promedio de una muestra de cinco tiempos. En el caso de encontrar un desvío importante en unos de los cinco tiempos se decidió eliminarlo de la muestra para que no distorsionara la información.

