



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN
PARA LA COMPRA DE MATERIAS PRIMAS EN LA
PLANTA INDUSTRIAL DE PINTURAS CÓNDROR S.A
QUITO – ECUADOR”**

QUINTUÑA CALERO MARÍA JOSÉ

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**RIOBAMBA – ECUADOR
2012**

Espoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Febrero 06, de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

MARÍA JOSÉ QUINTUÑA CALERO

Titulada:

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN PARA LA COMPRA DE MATERIAS PRIMAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PINTURAS CÓNDOR S.A QUITO - ECUADOR”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Geovanny Novillo Andrade
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Carlos Santillán Mariño
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gloria Miño Cascante
ASESOR DE TESIS

Epoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MARÍA JOSÉ QUINTUÑA CALERO

TÍTULO DE LA TESIS: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN PARA LA COMPRA DE MATERIAS PRIMAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PINTURAS CÓNDOR S.A QUITO - ECUADOR”

Fecha de Examinación: Febrero 06, de 2012

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. GEOVANNY NOVILLO A. (Presidente Trib. Defensa)			
ING. CARLOS SANTILLÁN (Director de Tesis)			
ING. GLORIA MIÑO (Asesor)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En virtud, los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le precede a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

María José Quintuña Calero

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios, por darme la oportunidad, la fuerza y la convicción de ser una persona de bien.

A mis maestros y amigos por el apoyo incondicional recibido.

A mi asesor, Ing. Marco Montaluisa. Por darme la oportunidad de aprender de él, y acompañarme durante el desarrollo de este proyecto

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en especial a la Escuela de Ingeniería industrial por ayudarme a desarrollar como buena profesional y permitirme aportar en el desarrollo de mi país.

María José Quintuña Calero

DEDICATORIA

Por el apoyo y el cariño incondicional, este trabajo se lo dedico a toda mi familia, en especial a mi mamá, Victoria Calero.

María José Quintuña Calero

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Metodología.....	3
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1 Logística	4
2.1.1 Definición	4
2.1.2 Importancia	4
2.1.3 Beneficios	5
2.1.4 Funciones de la Logística.....	5
2.1.4.1 Procesamiento de Pedidos	7
2.1.4.2 Inventarios	7
2.1.4.2.1 Objetivos del Inventario	8
2.1.4.2.2 Finalidad de la Administración de Inventarios	8
2.1.4.2.3 Planeación.....	8
2.1.4.2.4 Tipos de Inventarios	9
2.1.4.3 Transporte.....	9
2.1.4.4 Almacenamiento, Manejo de Materiales y Empacado	10
2.1.4.4.1 Manejo de Productos Químicos.....	10
2.1.4.4.1.1 Definiciones Claves.....	11
2.1.4.4.1.2 Sistemas de Clasificación y Rotulado	15
2.1.4.4.2 Almacenamiento de Productos Químicos Peligrosos	24
2.1.4.5 Diseño de la Red de Planta	31
2.2 Six Sigma “6 σ ”.....	31
2.2.1 D (Definir)	32
2.2.2 M (Medir).....	33
2.2.3 A (Analizar)	33

2.2.4	I (Mejorar).....	33
2.2.5	C (Controlar).....	33
2.2.6	Resultados	34
2.3	KanBan.....	34
2.3.1	Objetivos de KanBan	34
2.3.2	Funciones de KanBan	35
2.3.3	Ventajas de KanBan.....	37
2.3.4	Implementación De KanBan.....	37
2.4	Sistema de Arrastre de Reabastecimiento	38
2.4.1	Introducción a los Sistemas de Arrastre de Reabastecimiento	39
2.4.2	Beneficios	40
2.4.3	Disparadores de Diseño del Sistema de Arrastre de Reabastecimiento..	40
2.4.4	Arrastre de Manufactura vs. Arrastre de Compras: Diferencias Claves..	42
2.4.5	Parámetros para Sistemas de Arrastre de Reabastecimiento	43

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 Empresa

3.1.1	Reseña Histórica	44
3.1.2	Misión	45
3.1.3	Visión	45
3.1.4	Valores	45
3.1.5	Organigrama	46
3.1.6	Cadena de Valor.....	47
3.1.7	Política de Compras	48
3.1.8	Proceso de Planificación	51
3.1.9	Inventario Actual	52

4. ALTERNATIVAS DE MEJORA PARA EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN

4.1	Fase de Definición	54
4.1.1	Introducción a 3σ	58
4.1.2	Segundo Método “Arrastre”	61
4.1.2.1	Parámetros del Sistema de Arrastre.....	61
4.1.2.1.1	Demanda	61
4.1.2.1.2	Coeficiente de Variación – Discusión	62
4.1.2.1.2.1	Estrategia “PUSH” Empuje (Estrategia Hacia los Canales de Distribución)	63
4.1.2.1.2.2	Estrategia “PULL” Arrastre (Estrategia Hacia el Consumidor Final).....	64

4.1.2.2	Sistema de Arrastre de Compras	65
4.1.2.3	Parámetros del Sistema de Arrastre De Compras.....	65
4.1.2.3.1	Tiempo de Espera de Proveedor (SLT) y Frecuencia de Pedidos (OF)	66
4.1.2.3.2	Dimensionamiento del Stock de Seguridad	67
4.1.2.4	Fórmulas de Arrastre Para Partes Compradas	68
4.1.2.5	¿Cómo Funciona el Proceso de Reposición?.....	69
4.1.2.6	Cálculo de Valores	70
4.2	Fase de Medición	73
4.3	Fase de Análisis	73
4.4	Fase de Mejora.....	76
4.4.1	Desarrollo del Proceso	76
4.5	Fase de Control	82
5.	MATRIZ DE COMPATIBILIDAD.....	84
6.	ALMACENAJE MATERIAS PRIMAS.....	89
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones.....	91
7.2	Recomendaciones	93

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Código de Colores para Matriz de Compatibilidad (Naciones Unidas)	13
2. Política de Compras	48
3. Niveles Jerárquicos para la Autorización de Compras que se Genera en Cada Departamento	49
4. Niveles Jerárquicos para la Autorización de Compras Solicitado por el Departamento de Compras	49
5. Número de Cotizaciones, de Acuerdo al Valor de la Compra	49
6. Cálculo de Consumo.....	58
7. Stock de Almacenamiento Casos Especiales.....	58
8. Resultados Primer Método “3 σ ”.....	60
9. Inventario Arrastre	72
10. Resultados Comparativos	72
11. Inventario Actual	74
12. Área Actual Utilizada	74
13. Área Propuesta.....	75
14. Datos para Desarrollo Del Proceso KanBan	77
15. Cálculo Consumo Promedio Y Desviación Estándar	77
16. Cálculo de KanBan Máximo	78
17. Cálculo del Stock de Seguridad.....	78
18. Cálculo De La Cantidad A Pedir	79
19. Cálculo De KanBan Mínimo	79
20. Cálculo De Rotación.....	79
21. Cálculo De Inventario.....	79
22. Código De Colores KanBan	80
23. KanBan en Inventario Calculado.....	80
24. Resultado De Proyección	81
25. Cálculo de Ingreso con Proyección	81

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Logística Integrada	6
2. Matriz de Compatibilidad	12
3. Rotulación de Productos Químicos	14
4. Sistemas de Clasificación y Rotulado	15
5. Sistema UN/NTC 1692 (Clase y Subclase de los Productos Químicos).....	15
6. Sistema NFPA	21
7. Clasificación de Productos Químicos según NFPA 704	23
8. Secuencia de Fabricación	39
9. Organigrama	46
10. Cadena de Valor	47
11. Proceso de Planificación	51
12. Sistema de Arrastre de Compras	65
13. Lead Time.....	67
14. Proceso de Reposición.....	69
15. Lead Time / Frecuencia	70
16. Cálculo de Compatibilidad entre Productos	87
17. Tipo de Montacargas	89

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
σ	Desviación Estándar
#	Número
β	Beta (Rendimiento del proveedor)
=	Igual
<	Menor que
>	Mayor que
\leq	Menor o igual que
\geq	Mayor o igual que

LISTA DE ABREVIATURAS

PQ	Productos químicos
MSDS	(Material safety data sheet). Hoja de información de seguridad del material.
Kmax.	Nivel máximo de inventario
Kmin.	Nivel mínimo de inventario
MRP	(Material Requirement Planning). Plan de necesidades de material
DMD	Demanda.
LT	(Lead Time). Tiempo de entrega.
OF	Frecuencia
SS	Stock de seguridad
SLT	Tiempo de espera del proveedor.
PLT	tiempo de espera del proceso.
UN	Unidades.
PT	Planta de producción
MP	Materia prima
ADU	Uso promedio o semanal
CV	Coefficiente de variación
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
Kg.	Kilogramos
DPMO	Defecto por Millón de Oportunidades
G	Galpón - Bodega.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	Productos Vigentes
ANEXO 2	Productos Intermedios
ANEXO 3	Tanques de Almacenamiento.
ANEXO 4	Productos Descontinuados
ANEXO 5	Información Básica Método 3σ
ANEXO 6	Materias Primas para Pinturas
ANEXO 7	Materias Primas para Resinas.
ANEXO 8	Materias Primas para Pinturas y Resinas.
ANEXO 9	Consumos Promedios y Desviaciones Estándar Método 3σ .
ANEXO 10	Cálculo Inventario 3σ .
ANEXO 11	Información Básica y Frecuencia Método de Arrastre.
ANEXO 12	Consumos Promedios y Desviaciones Estándar Método de Arrastre.
ANEXO 13	Cálculo de Inventario Método de Arrastre.
ANEXO 14	Matriz de Planificación.
ANEXO 15	Mejora.
ANEXO 16	Información Calculador de Compatibilidad.
ANEXO 17	Calculador de Compatibilidad.
ANEXO 18	Calculador de Compatibilidad Bodega 1.
ANEXO 19	Calculador de Compatibilidad Bodega 4.
ANEXO 20	Calculador de Compatibilidad Bodega 5.
ANEXO 21	Calculador de Compatibilidad Bodega 9.
ANEXO 22	Calculador de Compatibilidad Bodega 10.
ANEXO 23	Calculador de Compatibilidad Bodega 11.
ANEXO 24	Plano de Distribución Bodega 1.
ANEXO 25	Plano de Distribución Bodega 4.
ANEXO 26	Plano de Distribución Bodega 5.

ANEXO 27	Plano de Distribución Bodega 10.
ANEXO 28	Plano de Distribución Bodega 11.

RESUMEN

En el presente trabajo se pondrán a discusión dos metodologías diferentes, cuyo objetivo es Optimizar el Proceso de Planificación para la Compra de Materias Primas en la Planta Industrial de Pinturas Cóndor S.A, localizado en la ciudad de Quito – Ecuador, de las cuales se analizarán semejanzas y diferencias; así como las ventajas que la implantación de cualquiera de estas puede generar en la organización.

Cabe señalar que todas las metodologías destinadas al mejoramiento continuo de los procesos de producción son factibles, siempre y cuando la organización acepte las condiciones que se deberán cumplir para su implementación, por otro lado y como se presentará en este proyecto la condición parte en determinar la mejor metodología que se adapte a las condiciones de la empresa.

Adicional, en base a una depuración correcta de inventario y a la selección acertada de la metodología para determinar cuánto y cuándo se debe abastecer, es factible desarrollar nuevos diseños de layout para las bodegas de almacenamiento de materias primas; de igual manera, utilizando herramientas que garanticen la integridad tanto de los trabajadores, la comunidad y sobre todo el medio ambiente, por eso se crearán matrices de compatibilidad en base a normas de seguridad, y al riesgo que cada materia prima representa.

Una vez determinado cuánto tener, cuándo pedir, y cómo almacenar. Es un compromiso como empresa cumplir con los requerimientos necesarios para que el desarrollo de este proyecto sea un éxito.

ABSTRACT

In this paper, discussion will be placed at two different methodologies, which aims to optimize the Planning Process for the Purchase of Commodities in the Industrial Company “**PINTURAS CONDOR S.A.**”, located in Quito - Ecuador, which will analyze similarities and differences and the advantages that the implementation of any of these can result in the organization.

Note that all methodologies for continuous improvement of production processes are feasible, only if the company accepts the conditions that must be carried out in order to the implementation, on the other hand, as this project will be presented in the condition part in determining the methodology that best suits the conditions of the company.

Additionally, based on a correct selection of merchandise inventory, and the appropriate choice of methodology to determine how and when to provide materials, it is feasible to develop new layout designs for warehouses of raw materials. Similarly matrices have been developed based support safety, and risks that each raw material represents, to meet this objective tools were used to ensure the integrity of workers from the community and the environment.

Once you have determined the quantity, when do we ask and how to store. It is a firm commitment as to accomplish the requirements necessary for the development of this project a success.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

Las decisiones del inventario son de alto impacto y de alto riesgo en toda la cadena de suministro. El inventario comprometido para apoyar las ventas futuras impulsa varias actividades predictivas de la cadena. Sin un surtido adecuado en el inventario, se pierde ventas y se genera insatisfacciones en el cliente. Así mismo, la planeación del inventario es fundamental para la fabricación. La escasez de materiales o componentes pueden detener una línea de fabricación u obligar a generar cambios en el programa de producción, agregar un costo más elevado o una posible escasez de los artículos terminados. Igual que la escasez puede alterar los planes de mercadotecnia y fabricación, un exceso de inventario también crea problemas operativos. Un inventario excesivo aumenta el costo y reduce la rentabilidad como resultado de agregar almacenes, capital de trabajo, seguro, impuesto y obsolescencia. La administración de los recursos del inventario requiere la comprensión de sus funciones, principios costo, impacto y dinámica.

1.2 Justificación

Pinturas Cóndor identifica a la Planificación de la Producción como el punto clave del negocio en la elaboración de Pinturas y Resinas. Dentro de la Planificación de la Producción, las alianzas estratégicas con los proveedores constituyen un pilar importante para alcanzar los objetivos de la empresa. Por esta razón se deben establecer las condiciones necesarias para el desarrollo de las mismas. Una de las necesidades primordiales para mantener una relación Cliente – Proveedor a largo plazo es el establecimiento tiempos de entrega y cantidades de pedido que permitan alcanzar un nivel de servicio satisfactorio con el nivel de inventario adecuado. Actualmente se presentan quiebres de stock y/o sobre inventarios, generando con esto; por un lado, faltante de producto terminado y por el otro, gastos adicionales por almacenamiento.

Considerando lo expuesto se puede deducir que las causas básicas que generan estos inconvenientes son:

- Lead Times no definidos claramente con el proveedor.
- Falta de información histórica sobre las frecuencias de entrega del producto.
- Procesos de Planificación, para la compra y la producción ejecutados en su totalidad de forma manual.

Es este el motivo por el cual se el presente proyecto, con el fin de aumentar la eficacia del proceso de planificación con herramientas que apoyen su ejecución, registro y control.

De igual manera con los resultados obtenidos se desarrolla un nuevo diseño layout de las bodegas de almacenamiento de las materias primas, considerando normas de seguridad que permitan garantizar al máximo la integridad física de quienes laboran en la planta y de la sociedad en general.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Optimizar el Proceso de Planificación para la compra de Materias Primas en la Planta Industrial de Pinturas Cóndor S.A Quito- Ecuador.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones actuales de los procesos de abastecimiento y almacenamiento de las materias primas.

- Crear un mecanismo dinámico que permita determinar en qué momento se debe realizar el pedido y emitirlo para generar la orden de compra.
- Determinar Lead Times y Frecuencia de compra por Materia Prima y por proveedor, para determinar niveles de inventario que se debe mantener de cada una de ellas.
- Analizar y seleccionar el método más adecuado que permita reducir al máximo ó eliminar quiebres de stocks.
- Generar indicadores de control para asegurar que se cumpla el proceso implementado.
- Realizar layout en las bodegas de materia prima tomando en cuenta condiciones de seguridad, uso y stock necesario de almacenamiento; así como los sistemas de gestión bajo los cuales se enmarca el funcionamiento total de la empresa.

1.4 Metodología

Par el desarrollo del presente proyecto se utilizará la metodología SIX SIGMA, basado en cinco fases DMAIC; es decir, **Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar**.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Logística

2.1.1 Definición^[1]

Se entiende por logística al conjunto de conocimientos, acciones y medios destinados a prever y proveer los recursos necesarios para realizar una actividad principal, en tiempo, forma y al menor costo en un marco de productividad y calidad. Es decir, la logística es la encargada de la distribución eficiente de los productos de una determinada empresa con un menor costo y un excelente servicio al cliente.

Ahora bien, en términos empresariales se entiende por logística, al proceso de gerenciar estratégicamente el movimiento y almacenamiento de materias primas, partes y productos terminados, desde los proveedores a través de la empresa hasta el usuario final, debido a que se afirma que el producto adquiere su valor cuando el cliente lo recibe en el tiempo, forma adecuada y al menor costo posible.

La logística determina y coordina en forma óptima el producto correcto, el cliente correcto, el lugar correcto y el tiempo correcto. Si asumimos que el rol del mercadeo es estimular la demanda, el rol de la logística será precisamente satisfacerla.

2.1.2 Importancia

La importancia de la logística viene dada por la necesidad de mejorar el servicio a un cliente, mejorando la fase de mercadeo y transporte al menor costo posible, algunas de las actividades que puede derivarse de la gerencia logística en una empresa son las siguientes:

- Aumento en líneas de producción.
- La eficiencia en producción, alcanzar niveles altos.
- La cadena de distribución debe mantener cada vez menos inventarios.
- Desarrollo de sistemas de información.

2.1.3 Beneficios

Estas pequeñas mejoras en una organización traerán los siguientes beneficios.

- Incrementar la competitividad y mejorar la rentabilidad de las empresas para acometer el reto de la globalización.
- Optimizar la gerencia y la gestión logística comercial nacional e internacional.
- Coordinación óptima de todos los factores que influyen en la decisión de compra: calidad, confiabilidad, precio, empaque, distribución, protección, servicio.
- Ampliación de la visión Gerencial para convertir a la logística en un modelo, un marco, un mecanismo de planificación de las actividades internas y externas de la empresa.

2.1.4 Funciones de la Logística^[2]

En el contexto de la administración de una cadena de suministro, la logística existe para desplazar y posicionar el inventario con el fin de lograr los beneficios deseados de tiempo, lugar y posesión al costo total más bajo. El inventario tiene un

valor limitado hasta que se posiciona en el momento correcto y en el lugar adecuado para apoyar la transferencia de la propiedad o la creación de valor agregado. Si una empresa no satisface con regularidad los requerimientos de tiempo y lugar no tiene nada que vender.

Para que una cadena de suministro materialice el beneficio estratégico máximo de la logística, debe integrarse el rango completo de trabajo funcional. Las decisiones en un área funcional afectarán el costo de todas las demás. Esta interrelación de funciones desafía la implementación exitosa de una administración logística integral. **La figura 1** representa la naturaleza interrelacionada de las cinco áreas del trabajo logístico: **1) Procesamiento de Pedidos; 2) Inventario; 3) Transporte; 4) Almacenamiento, manejo de de materiales y empacado; y 5) La red de la Planta.**

En conjunto estas actividades lograrán la satisfacción del cliente y una reducción de costos de la empresa, además de la alta competitividad que le dará con otras empresas.

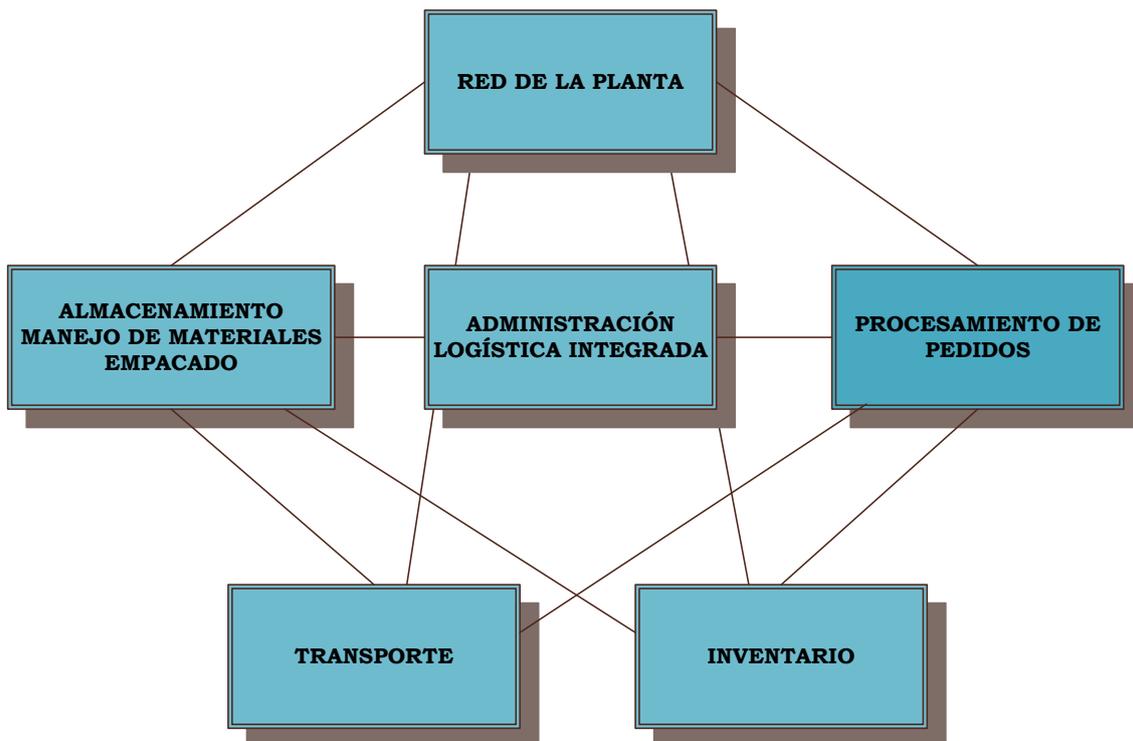


Figura 1. Logística Integrada

2.1.4.1 Procesamiento de Pedidos

El procesamiento de pedidos es de importancia primordial. No comprender esto por completo trajo como resultado que no se entendiera cómo la distorsión y las fallas operativas influyen en las operaciones logísticas y en el procesamiento de los pedidos.

En casi todas las cadenas de suministro, los requerimientos del cliente se transmiten en forma de pedidos. El procesamiento de éstos implica todos los aspectos de administrar los requerimientos del cliente, entre ellos la recepción inicial del pedido, la entrega, la facturación y la cobranza.

Las capacidades logísticas de una empresa pueden ser tan buenas dependiendo de la capacidad de procesamiento de pedidos.

2.1.4.2 Inventarios^[3]

El inventario es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar con aquellos, permitiendo la compra y [venta](#) o la fabricación primero, antes de venderlos, en un periodo económico determinado.

El objetivo de una estrategia de inventario es alcanzar el servicio al cliente deseado con el mínimo compromiso del inventario.

Las empresas deben diseñar estrategias logísticas que mantengan la inversión financiera más baja posible en el inventario. La meta básica es alcanzar una rotación máxima del producto al mismo tiempo que se satisfaga los compromisos del servicio.

Hay que entender que los inventarios excesivos pueden compensar las eficiencias en el diseño básico de un sistema logístico, pero al final producirán un costo logístico total más alto que el normalmente necesario.

2.1.4.2.1 Objetivos del Inventario

Básicamente el objetivo de cualquier tipo de inventario, consiste en proveer o distribuir adecuadamente los materiales necesarios a la empresa. Colocándolos a disposición en el momento indicado, para así evitar aumentos de costos (perdidas) de los mismos. Permitiendo satisfacer correctamente las necesidades reales de la empresa, a las cuales debe permanecer constantemente adaptado. Por lo tanto la [gestión](#) de inventarios debe ser atentamente controlada y vigilada.

2.1.4.2.2 Finalidad de la Administración de Inventarios

La [administración](#) de inventario implica la determinación de la cantidad de inventario que deberá mantenerse, la fecha en que deberán colocarse los pedidos y las cantidades de unidades a ordenar. Existen dos factores importantes que se toman en cuenta para conocer lo que implica la administración de inventario:

- Minimización de la Inversión en Inventarios.
- Afrontar la Demanda.

2.1.4.2.3 Planeación

La base para planear la producción y estimar las necesidades en cuanto a inventarios, la constituye el [presupuesto](#) o pronóstico de ventas. Este debe ser desarrollado por el departamento de ventas.

Los programas de producción, presupuestos de inventarios y los detalles de la materia prima y mano de obra necesaria, se preparan o se desarrollan con vista al presupuesto de ventas. Aunque dichos planes se basan en estimados, los mismos tendrán alguna variación con los resultados reales, sin embargo ellos facilitan un control global de las actividades de producción, niveles de inventarios y ofrecen una base para medir la efectividad de las operaciones actuales.

2.1.4.2.4 Tipos de Inventarios^[4]

Los inventarios son importantes para los fabricantes en general, varía ampliamente entre los distintos grupos de [industrias](#). La composición de esta parte del activo es una gran variedad de artículos, y es por eso que se han clasificado de acuerdo a su utilización en los siguientes tipos:

- **Inventarios de Materia Prima.** Comprende los elementos básicos o principales que entran en la elaboración del producto.
- **Inventarios de Producción en Proceso.** Consiste en todos los artículos o elementos que se utilizan en el actual proceso de producción (productos parcialmente terminados).
- **Inventarios de Productos Terminados.** Su grado de terminación es total y es el resultado final del proceso de producción.
- **Inventarios de Materiales y Suministros.** Pueden ser: materias primas secundarias, artículos de [consumo](#) destinados para ser usados en la operación de la industria o, los artículos y materiales de reparación y mantenimiento de las maquinarias y aparatos operativos.
- **Inventario de Seguridad.** Este tipo de inventario es utilizado para impedir la interrupción en el aprovisionamiento causado por demoras en la entrega o por el aumento imprevisto de la demanda durante un periodo de reabastecimiento.

2.1.4.3 Transporte

El transporte es el área operativa de la logística que desplaza y posiciona geográficamente el inventario.

Desde el punto de vista del sistema logístico, se consideran tres factores fundamentales en el manejo del transporte: **1) Costo, 2) Velocidad y 3) Regularidad.**

4.1.4.4 Almacenamiento, Manejo de Materiales y Empacado^[5]

El almacenamiento, el manejo de materiales y el empacado son también una parte integral de otras áreas logísticas. Por ejemplo, es necesario almacenar el inventario en momentos claves durante el proceso logístico. Los vínculos para el transporte requieren un manejo de materiales para una carga y descarga eficientes. Por último, los productos individuales se manejan de manera más eficiente cuando se empacan juntos en cajas de cartón para embarque u otras unidades de carga.

El manejo de materiales es una actividad importante dentro del almacén. Los productos deben recibirse, moverse, guardarse, clasificarse y embalsarse para cumplir los requerimientos del pedido del cliente. La mano de obra directa y el capital invertido en el equipo de manejo de materiales son elementos significativos del costo logístico total.

2.1.4.4.1 Manejo de Productos Químicos

El conocimiento de la correcta manipulación de cualquier Producto Químico es indispensable para las labores cotidianas, ya que se estará en capacidad de:

- Reconocer el producto químico, su característica de peligrosidad, su riesgo ocupacional y ambiental.
- Tomar todas las acciones preventivas y correctivas en caso de emergencias.

De no ser así, se podría presentar accidentes de trabajo que ocasionarían lesiones irreversibles en la salud (enfermedad y/o la muerte) y en el medio ambiente (contaminación, pérdida de recursos, entre otros).

Por lo tanto, es necesario conocer y comprender los beneficios de: Identificar, etiquetar, rotular, clasificar y usar las tarjetas de emergencia de los productos químicos y entender este lenguaje.

2.1.4.4.1.1 Definiciones Claves

¿Qué son Productos Químicos?

Son todo tipo de material de naturaleza orgánica o inorgánica, que puede estar presente como elemento o compuesto puro, ó como la mezcla o combinación de los anteriores. Se pueden encontrar en estado sólido, líquido, gaseoso o plasma atómico.

¿Cuáles son Materiales Peligrosos?

Materiales perjudiciales que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa, o radiaciones ionizantes en cantidades que puedan afectar la salud de las personas que entran en contacto con éstas, o que causen daño material (Decreto 1609 de 2002).

¿Qué es una Matriz de Compatibilidad?^[6]

Es una guía para almacenar productos químicos de manera segura, en especial en los lugares muy estrechos. Lo más aconsejable es asignar espacios suficientes para separar adecuadamente los riesgos.

Esta se hace en base a la información que se encuentra en la hoja de seguridad MSDS (Hoja de Información de Seguridad del Material), para cada producto químico que se pretenda manipular.

MATRIZ DE COMPATIBILIDAD

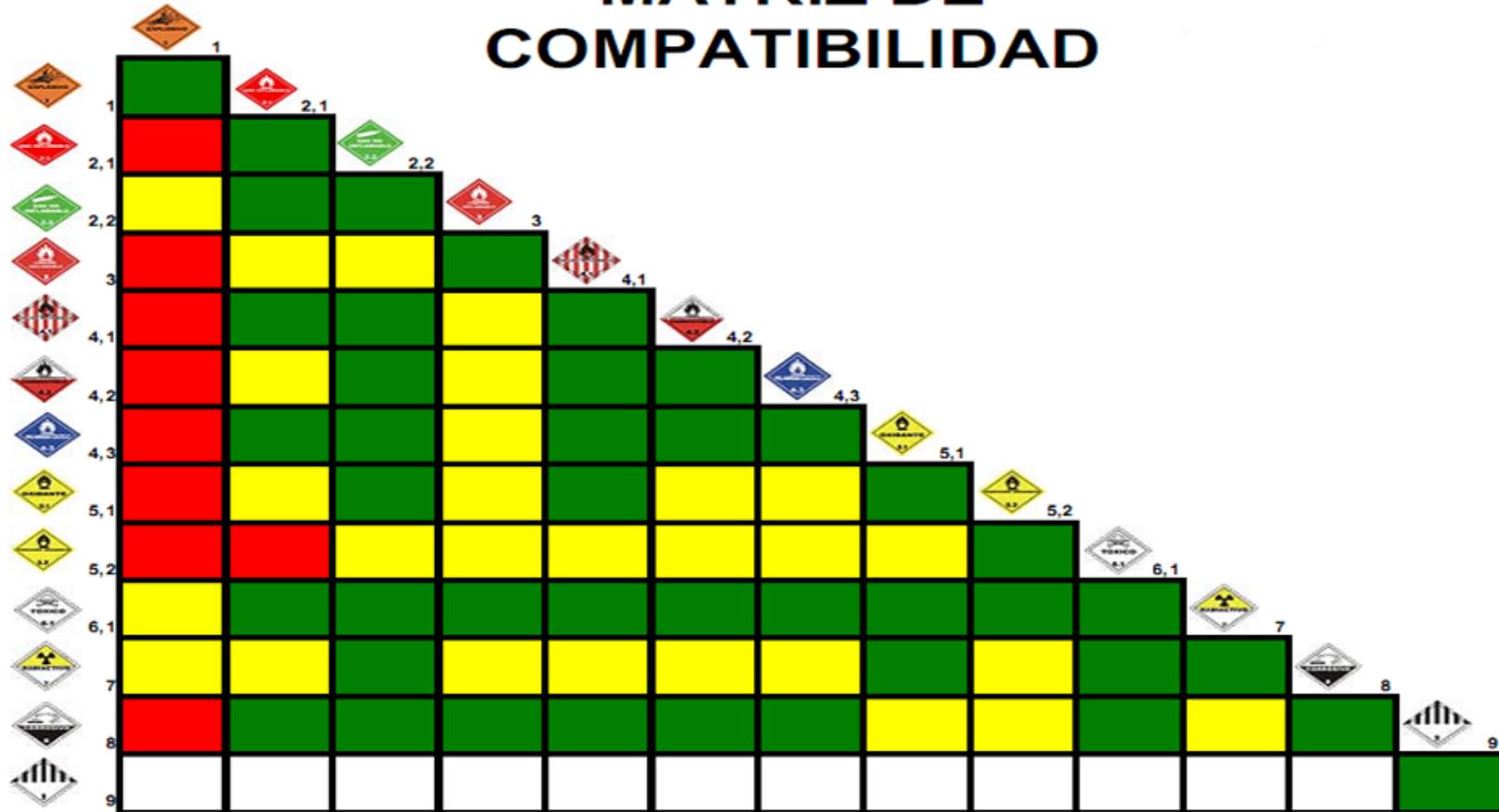


FIGURA 2. Matriz de Compatibilidad

TABLA 1. Código de Colores para Matriz de Compatibilidad (Naciones Unidas)

	TOTALMENTE SEPARADO	Significa colocados en apartamentos separados o bodega aparte.
	SEPARADO DE	Significa colocados en distintos compartimientos. Puede requerirse una separación longitudinal o vertical constituida por un compartimiento intermedio completo.
	LEJOS DE	Significa que pueden estar colocados en el mismo compartimiento.
	NO SE RECOMIENDA SEPARACIÓN ESPECIAL	Consultar con el responsable del programa de manejo de productos químicos peligrosos.

¿Qué son las Etiquetas de los PQ?

Son aquellas que se encuentran en el envase, empaque y/o embalaje del PQ y proporcionan la información necesaria sobre el manejo seguro y almacenamiento, colores o símbolos de peligrosidad (rótulos), indicaciones sobre riesgos y consejos de seguridad, es decir, son las **advertencias que se hacen sobre el riesgo de un PQ**. Las etiquetas deben estar siempre en buen estado y ser legibles.

¿Qué son los Rótulos de los PQ?

Son aquellos que se ubican sobre las unidades de transporte (contenedores, carro tanques, entre otros) y en las etiquetas de los PQ, proporcionan la información necesaria sobre la **advertencia del riesgo del PQ** mediante colores o símbolos de peligrosidad que llevan el número de la clase pertinente en la mitad inferior. Los rótulos deben estar siempre en buen estado y ser legibles.



FIGURA 3. Rotulación de Productos Químicos

2.1.4.4.1.2 Sistemas de Clasificación y Rotulado

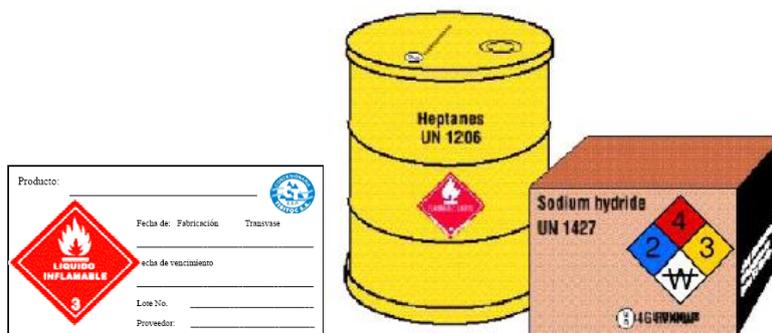


FIGURA 4. Sistemas de Clasificación y Rotulado

Existen varios sistemas de clasificación para identificar los riesgos generados por los Productos Químicos. Como referencia se analizarán los siguientes:

1. Naciones Unidas / NTC 1692

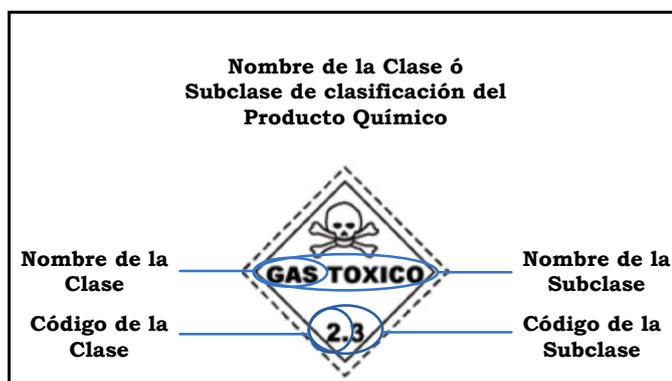


FIGURA 5. Sistema UN/NTC 1692 (Clase y Subclase de los Productos Químicos)

Aplica de manera general para transporte de los productos químicos. Está dividido en 9 clases y éstas a su vez en subclases, consignadas en códigos específicos. Como se detalla a continuación:

Clase 1.Explosivos



Sustancia sólida o líquida, o mezcla de sustancias, que de manera espontánea por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que causen daños en los alrededores. Esta clase contiene seis (6) divisiones y trece (13) grupos de compatibilidad.

Subclase 1.1: Artículos o sustancias que presentan un riesgo de explosión masiva y poseen los máximos peligros de detonación. Ejemplo: dinamita, nitroglicerina, pólvora negra, fulminantes, cápsulas detonantes.

Subclase 1.2: Artículos y sustancias que presentan proyección de riesgo, pero no de explosión masiva. Presentan un gran riesgo de inflamabilidad. Ejemplo: Ácido pícrico, ammonita para peñas, peróxido con secantes metálicos.

Subclase 1.3: Artículos y sustancias que presentan riesgo de incendio, riesgo de que se produzcan pequeños efectos de onda explosiva y/o un pequeño riesgo de proyección, pero no riesgo de explosión masiva, ejemplo, Dinitroetano, dinitrosobenceno, cartuchos para perforación de pozos de petróleo.

Subclase 1.4: Artículos y sustancias que no presentan ningún riesgo considerable. Ejemplo, detonadores eléctricos para voladuras.

Subclase 1.5: Sustancias muy poco sensibles que presentan riesgo de explosión masiva.

Subclase 1.6: Sustancias extremadamente insensibles que no presentan riesgo de explosión masiva.

Clase 2.Gases

Son sustancias que se encuentran totalmente en estado gaseoso a 20°C y una presión estándar de 101.3 Kpa (gases: comprimidos, licuados y criogénicos, en solución). Esta clase contiene las siguientes divisiones:



Subclase 2.1 Gas Inflamable: Cualquier gas que pueda arder en concentraciones normales de oxígeno en el aire. Ejemplo: GLP.



Subclase 2.2 Gas no Inflamable: Gas que no arde en ninguna concentración de aire o de oxígeno. Ejemplo: Dióxido de carbono, helio, argón.



Subclase 2.3 Gas Tóxico: Gas que representa un serio riesgo para la vida si se libera en el ambiente. Ejemplo: Cloro, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, amoníaco.

Clase 3.Líquidos Inflamables



Líquidos, o mezcla de ellos, o líquidos que contienen sólidos o en suspensión (por ejemplo: pinturas, barnices, lacas, etc., pero sin incluir sustancias que se clasifican de otra parte por sus características de peligro), que emiten vapores inflamables a temperaturas máximas de 60,5°C, en ensayos en crisol cerrado, o máximo 60,6°C en ensayos de crisol abierto, denominado comúnmente como punto de inflamación. Ejemplo: gasolina, tolueno.

Sin embargo, los líquidos con punto de inflamación superior a 35°C, que no mantienen la combustión, no es necesario considerarlos como inflamables para el propósito de la norma NTC 1692.

Los líquidos presentados para transporte a temperaturas que se encuentran en su punto de inflamación o por debajo de él, se consideran en cualquier caso como líquidos inflamables.

Los líquidos inflamables también incluyen sustancias que son transportadas o presentadas para transporte a temperaturas elevadas en estado líquido, y que emanan vapores inflamables a la máxima temperatura de transporte o por debajo de ella.

Clase 4. Sólidos Inflamables

Sustancias sólidas que, en las condiciones que se dan durante el transporte, se encienden con facilidad o pueden causar o activar incendios por fricción; sustancias auto reactivas o afines que experimentan una fuerte reacción exotérmica; explosivos insensibilizados que pueden explotar si no están suficientemente diluidos. Comprenden tres (3) divisiones:



Subclase 4.1 Sólido Inflamable: Sólidos que poseen la propiedad común de ser fácilmente inflamados por fuentes externas como chispas o llamas y arder fácilmente. Ejemplo: papel, plástico, algodón, madera



Subclase 4.2 Sólidos Espontáneamente Combustibles: Sólidos que poseen la propiedad común de ser susceptibles a calentarse e inflamarse espontáneamente. Ejemplo. Nitrocelulosa, Fósforo blanco.



Subclase 4.3 Sólidos que Emiten Gases Inflamables al Contacto con el Agua: En algunos casos los gases emitidos son susceptibles de combustión espontánea. Ejemplo, carburo de calcio más agua.

Clase 5. Oxidantes y Peróxidos Orgánicos

Subclase 5.1 Sustancias Oxidantes:

sustancias que, sin ser necesariamente combustibles, pueden liberar oxígeno y en consecuencia estimular la combustión aumentar la velocidad de un incendio en otro material. Ejemplo: Nitratos en general, permanganato de potasio.



Subclase 5.2 Peróxidos Orgánicos:

Sustancia capaz de liberar oxígeno fácilmente. Ejemplo: Peróxido de benzoilo.

Además pueden tener una o más de las siguientes propiedades:



- Ser susceptibles de descomposición explosiva.
- Arder rápidamente.
- Ser sensibles a los choques o fricción.
- Reaccionar peligrosamente con otras sustancias.
- Causar daños a los ojos.

Clase 6. Sustancias Tóxicas e Infecciosas.

Subclase 6.1 Sustancias Tóxicas:

Sustancias tóxicas que son capaces de causar la muerte, dañar o afectar la salud humana si se ingieren, inhalan o entran en contacto con tejidos vivos. Ejemplo: Benceno, cianuro.





Subclase 6.2 Sustancias Infecciosas:

Sustancia o material que contiene microorganismos patógenos que ocasionan daño a la salud en los humanos o animales. Ejemplo, residuos de fluidos humanos, medios de cultivo, agentes infecciosos, desechos médicos.

Clase 7. Sustancias Radiactivas



Sustancia que emite espontáneamente radiaciones y cuya actividad específica es superior a 0,002 microcures por gramo. Pueden causar lesiones, pérdida de vida y daños o desperfectos en los materiales, equipos y edificios. Ejemplo. Compuestos yodados, cobalto, carbono radiactivo.



Clase 8. Sustancias Corrosivas



Sustancia o residuo cuya acción química, ocasiona destrucción visible en la piel o alteración irreversible en las superficies con las que toma contacto. Ejemplo. Ácidos inorgánicos, cáusticos, halógenos (F, Cl, Br)

Clase 9. Sustancias Peligrosas Varias



Comprende sustancias y objetos que durante el transporte, presentan un riesgo diferente a las otras clases. En esta clase se incluyen sustancias en estado líquido para ser transportadas a temperaturas iguales o superiores a 100° C o sustancias en estado sólido para ser transportadas a temperaturas iguales o superiores a 240°C.



Subclase 9.2 Sustancias que Producen Contaminación Ambiental: por bioacumulación o por toxicidad a la vida acuática o terrestre (contaminante ambiental).

División 9.3 Residuo Peligroso.

2. NFPA 704

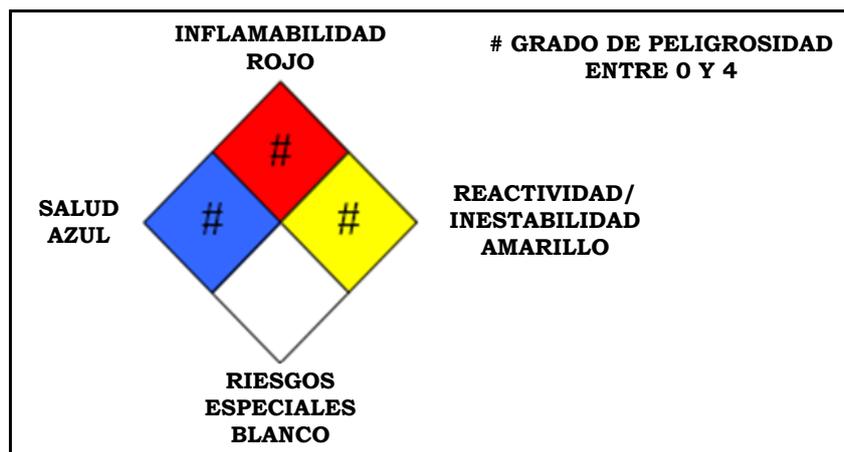


FIGURA 6. Sistema NFPA

NFPA (National Fire Protection Association) 704: Es utilizado en etiquetas y en el almacenamiento de tanques estacionarios y bodegas, para comunicar e identificar

todos los riesgos inherentes al PQ en un solo rótulo (salud, reactividad, inflamabilidad y especiales). El rombo se divide en 4 colores, donde cada uno de ellos tiene indicado el grado de peligrosidad mediante una numeración entre 0 y 4. Esto se detalla en la **figura 7**.

PELIGRO ESPECÍFICO		Riesgo en: Grado de Riesgo	SALUD (azul)	INFLAMABILIDAD (Rojo)	REACTIVIDAD (amarillo)
Símbolo	Descripción				
W	No usar agua	4 - Extremo (muy peligroso)	Muerte o daño permanente por exposición corta. Se requiere equipo de protección especial.	Fácilmente se dispersan en el aire y pueden quemarse a temperatura ambiente. Puede arder a menos de 25°C.	Puede explotar a temperatura y presión normales.
ALK	Agente alcalino	3 - Alto (peligro)	Daño temporal por exposición corta. Corrosivo o tóxico. Evite el contacto con la piel.	Entran fácilmente en ignición bajo casi todas las condiciones. Puede arder a menos de 40°C.	Explota con un agente iniciador o al contacto con agua. Explota por choque o calentamiento.
OXI	Agente oxidante	2 - Moderado (Advertencia)	Incapacidad temporal o daño permanente por exposición intensa. Puede ser dañino por inhalación o al contacto con la piel.	Se enciende por calor, chispa o llama. Puede arder a menos de 100°C.	Inestable puede sufrir cambios químicos violentos. No detona.
COR	Agente corrosivo	1 - Bajo (Precaución)	Irritación, daño residual menor aún sin tratamiento médico.	Debe precalentarse antes de que ocurra la ignición. Puede arder a mas de 100°C.	Reacciona en forma no violenta si se calienta, se comprime o entra en contacto con el agua. Inestable por calentamiento.
ACID	Agente ácido	0 - Insignificante (Estable)	No ofrece más peligro que el de un material normal.	Material que no se quema. No es combustible.	Normalmente estable aún en condiciones de incendio y no reacciona con agua.

FIGURA 7. Clasificación de Productos Químicos según NFPA 704^[7]

2.1.4.4.2 Almacenamiento de Productos Químicos Peligrosos

Identificación del Material

Es responsabilidad del fabricante y del comercializador de productos químicos peligrosos, su identificación y etiquetado de conformidad con la presente norma.

Compatibilidad

Durante el almacenamiento y manejo general de los productos químicos peligrosos no se debe mezclar los siguientes productos:

- Materiales tóxicos con alimentos o semillas o cultivos agrícolas comestibles.
- Combustibles con oxidantes.
- Explosivos con fulminantes o detonadores.
- Líquidos inflamables con oxidantes.
- Material radioactivo con otro cualquiera.
- Sustancias infecciosas con ninguna otra.
- Ácidos con Bases
- Oxidantes con reductores

- Otros

Toda persona natural o jurídica que almacene y maneje productos químicos peligrosos debe contar con los medios de prevención para evitar que se produzcan accidentes y daños que pudieran ocurrir como resultado de la negligencia en el manejo o mezcla de productos incompatibles.

Localización

Los lugares destinados para servir de bodegas en el almacenamiento deben reunir las condiciones siguientes:

- Estar situados en un lugar alejado de áreas residenciales, escuelas, hospitales, áreas de comercio, industrias que fabriquen o procesen alimentos para el hombre o los animales, ríos, pozos, canales o lagos.
- Situarse en un terreno o área no expuesta a inundaciones.
- Estar en un lugar que sea fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos.

Servicios

- Debe contar con un servicio básico de primeros auxilios y tener fácil acceso a un centro hospitalario, en donde conozcan sobre la naturaleza y toxicidad de los productos químicos peligrosos.
- Debe disponer de un sitio adecuado para vestuario e higiene personal.
- Se deben dictar periódicamente cursos de adiestramiento al personal, en procedimientos apropiados de prestación de primeros auxilios y de salvamento.

- Debe tener una cerca o muro en todo su alrededor, y no permitir la entrada de personas no autorizadas.
- Debe existir un espacio mínimo de 10 m entre la cerca o muro del medio circundante y las paredes de la bodega.
- Debe tener un sitio adecuado para la recolección, tratamiento y eliminación de los residuos de productos químicos peligrosos y materiales afines.
- Debe disponer de equipos adecuados para la descontaminación de acuerdo al nivel de riesgo.
- Debe tener disponibles el equipo y los suministros necesarios de seguridad y primeros auxilios como: máscaras para gases, gafas o máscaras de protección de la cara, vestimenta impermeable a gases, líquidos tóxicos o corrosivos, duchas de emergencia, equipos contra incendios.

Parqueadero

- Los sitios destinados para parquear los vehículos deben estar orientados hacia la salida.
- Debe existir un sitio exclusivo para el estacionamiento de vehículos que transportan productos químicos peligrosos.
- El parqueadero debe estar perfectamente señalizado y contará con el área suficiente de maniobra.

Locales

Los lugares destinados al almacenamiento de productos químicos peligrosos deben ser diseñados o adecuados en forma técnica y funcional de acuerdo a él o los productos que vayan a ser almacenados y deben observarse los siguientes requisitos:

- Tener las identificaciones de posibles fuentes de peligro y marcar la localización de equipos de emergencia y de protección. Ver Anexo F y NTE INEN 439.
- Efectuar rápidamente la limpieza y descontaminación de los derrames, consultando la información de los fabricantes del producto, con el fin de mitigar el impacto ambiental.
- Contar con detectores de humo y un sistema de alarma contra incendios.
- Asegurar que la cubierta y muros proporcionen una buena circulación del aire (de preferencia estarán contruidos en sentido de la dirección del viento). El respiradero, tendrá una abertura equivalente al menos a 1/150 de la superficie del piso.
- Facilitar una buena ventilación controlando que exista un espacio de un metro entre la línea del producto más alto (en anaqueles) y el techo, así como entre el o los productos con las paredes.
- Para facilitar una buena ventilación se deben instalar extractores de escape o respiraderos (no es aconsejable instalar un sistema de calefacción central).
- Controlar la temperatura en el interior de la bodega la que debe estar acorde a las características del producto almacenado.
- Construir las bodegas con materiales con características retardantes al fuego, en especial la estructura que soporta el techo.

- Asegurar que el piso de la bodega sea impermeable y sin grietas para permitir su fácil limpieza y evitar filtraciones.
- Sobre el piso de entrada la bodega debe tener una rampa inclinada con un alto no menor de 10 cm , con una pendiente no mayor al 10% para facilitar el acceso de los vehículos, esta rampa también debe construirse cuando exista conexión entre las bodegas.
- Contar con canales periféricos de recolección contruidos de hormigón, con una profundidad mínima de 15 cm bajo el nivel del suelo de la bodega. Estos canales deben conectarse a una fosa o sumidero especial de tratamiento, con el fin de que las áreas cercanas no se contaminen y no deben estar directamente conectados al alcantarillado público.
- Tener un sumidero dentro del área de la bodega, el cual se conectará con el externo.
- Las instalaciones eléctricas deben estar protegidas y conectadas a tierra.
- El alumbrado artificial debe estar instalado sobre los pasillos, a una altura de 1 metro sobre la línea más alta del producto almacenado.
- La bodega debe tener puertas de emergencia, las mismas que se ubicarán a 30 metros de distancia unas de otras, cuando el tamaño de la bodega así lo amerite.
- Las puertas de emergencia de las bodegas deben estar siempre libres de obstáculos que impidan salir del local, deben abrirse hacia fuera y con un sistema de abertura rápida.
- Disponer de una ducha de agua de emergencia y fuente lavaojos.
- La bodega debe tener un bordillo en su alrededor.

- Cuando exista conexión entre bodegas debe haber un muro rompe fuegos el mismo que deberá tener 15 cm de espesor tanto en las paredes como en el techo y debe sobresalir de las mismas hasta una altura de 1 metro.
- Las aberturas de las paredes de la bodega deberán estar protegidas con malla metálica o barrotes metálicos para prevenir la entrada de roedores u otros animales que destruyan los productos almacenados.
- Todas las bodegas deben disponer de un sistema pararrayos.

Operaciones de Carga y Descarga

- Todo el personal que intervenga en la carga, transporte y descarga de productos químicos peligrosos debe estar bien informado sobre la toxicidad y peligro potencial y debe utilizar el equipo de seguridad para las maniobras de carga y descarga.
- Se debe proporcionar información sobre los procedimientos para manejar fugas derrames, escapes de los productos químicos y a quien se debe llamar en caso de emergencia para obtener información médica y técnica.
- Todas las operaciones de carga y descarga, almacenamiento o inspección, deben ser realizadas conjuntamente por al menos dos personas en todo momento.
- Se debe verificar que las cantidades y tipos de productos químicos peligrosos entregados o despachados están de acuerdo con las guías de embarque.
- Antes de la carga o durante ella, todo envase debe inspeccionarse para verificar su hermeticidad y para advertir la posible iniciación de fugas en el cierre, en su parte superior, costados, fondo y parte baja. Al localizar algún daño se debe proceder de la siguiente manera:

- Suspender todo tipo de maniobra.
- Aislar el área contaminada.
- Notificar al encargado.
- Vigilar que nadie ingrese al área contaminada.
- Esperar instrucciones del médico y la llegada del personal calificado encargado de las operaciones de limpieza y disposición final de los residuos.

Colocación y Apilamiento

- Los productos químicos peligrosos deben ser almacenados de acuerdo al grado de incompatibilidad con otros productos.
- Los envases no deben estar colocados directamente en el suelo sino sobre plataformas o paletas.
- Los envases que contienen productos líquidos deben almacenarse con los cierres hacia arriba.
- Los envases deben apilarse de tal forma que no se dañen unos con otros.
- Los envases deben apilarse en las paletas de acuerdo a una sola clasificación.
- Los bloques para almacenar productos químicos, deben tener un ancho de dos paletas y un largo que no excederá de ocho paletas.
- La distancia libre entre el bloque y la pared, así como entre bloques debe ser 1 metro.
- La altura de apilado no debe exceder a dos paletas, solamente se permite colocar un bulto encima de otro y cada bulto no debe tener más de 1,3 metros de alto.

- Las filas (cada paleta) del bloque deben estar debidamente identificadas y señaladas (marcadas en el piso de la bodega).
- Los anaqueles para almacenar deben estar claramente identificados y la distancia libre entre bloques de anaqueles, así como de anaqueles a las paredes debe ser de 1 metro.

2.1.4.5 Diseño de la Red de Planta

El diseño de la red de planta se ocupa de determinar el número y la ubicación de todos los tipos de plantas requeridas para realizar el trabajo logístico. También es necesario determinar cuál inventario y cuánto almacenar en cada planta, al igual que la asignación de los clientes. La red de planta crea una estructura desde la cual se realizan las operaciones logísticas. Por lo tanto, la red integra capacidades de información y de transporte. Las tareas específicas relacionadas con el procesamiento de los pedidos de un cliente, el almacenamiento del inventario y el manejo de materiales están integradas en la red de la planta.

Es muy importante insistir en la importancia de modificar constantemente la red de la planta para atender el cambio en las infraestructuras de la demanda y el suministro. El surtido de los productos, los clientes, los proveedores y los requerimientos de fabricación están en constante cambio en un ambiente competitivo dinámico. La elección de una red de ubicación superior puede representar un paso importante para lograr una ventaja competitiva.

2.2 Six Sigma “6 σ ”^[8]

Six Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

Obtener 3,4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero lograble. Se puede clasificar la eficiencia de un proceso en base a su nivel de sigma:

- 1 sigma = 691.462 DPMO = 30.85% de eficiencia
- 2 sigma = 308.538 DPMO = 69.15% de eficiencia
- 3 sigma = 66.807 DPMO = 93.32% de eficiencia
- 4 sigma = 6.210 DPMO = 99.38% de eficiencia
- 5 sigma = 233 DPMO = 99.977% de eficiencia
- 6 sigma = 3,4 DPMO = 99.99966% de eficiencia

Dentro de los beneficios que se obtienen del Six Sigma están: mejora de la rentabilidad y la productividad. Una diferencia importante con relación a otras metodologías es la orientación al cliente.

Proceso

El proceso **Six Sigma** (Six Sigma) se caracteriza por 5 etapas bien concretas:

- **Definir** el problema o el defecto
- **Medir** y recopilar datos
- **Analizar** datos
- **Mejorar**
- **Controlar**

2.2.1 D (Definir)

En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Six Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la inadecuada utilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto, se prepara y se selecciona el equipo más adecuado para ejecutarlo, asignándole la prioridad necesaria.

2.2.2 M (Medir)

La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso.

2.2.3 A (Analizar)

En la fase de análisis, el equipo evalúa los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes (si fuera el caso). De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o "focos vitales" que afectan a las variables de respuesta del proceso.

2.2.4 I (Mejorar)

En la fase de mejora, el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del mismo.

2.2.5 C (Controlar)

La fase de control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Six Sigma se mantenga una vez que se hayan implementado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

2.2.6 Resultados

Conceptualmente los resultados de los proyectos Six Sigma se obtienen por dos caminos. Los proyectos consiguen, por un lado, mejorar las características del producto o servicio, permitiendo conseguir mayores ingresos y, por otro, el ahorro de costos que se deriva de la disminución de fallas o errores y de los menores tiempos de ciclo en los procesos.

2.3 KanBan^[9]

Es muy común la asociación de KANBAN = JIT o KANBAN=CONTROL DE INVENTARIOS, esto no es cierto, pero si está relacionado con estos términos.

KANBAN funcionara efectivamente en combinación con otros elementos de JIT, tales como calendarización de producción mediante etiquetas, buena organización del área de trabajo y flujo de la producción.

Es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados, significa en japonés "**Etiqueta de Instrucción**", misma que contiene información que sirve como orden de trabajo. Esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en qué cantidad, mediante que medios, y como transportarlo.

2.3.1 Objetivos de KanBan^[10]

En Cuanto a Producción:

- Dar instrucciones basadas en las condiciones actuales del área de trabajo.
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo y tiempo innecesario.

En Cuanto al Flujo de Materiales:

- Prioridad en la producción, el KanBan (la instrucción) con más importancia se pone primero que los demás.
- Comunicación más fluida.

2.3.2 Funciones de KanBan^[11]

Control de la Producción

Integración de los diferentes [procesos](#), reducción de la [supervisión](#) directa en la cual los materiales lleguen en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas del proceso de fabricación y si es posible incluyendo a los proveedores.

Reducción de los Niveles de Inventario

A su vez, esta reducción ayuda a sacar a la [luz](#) cualquier pérdida de tiempo o de material (desperdicio), el uso de piezas defectuosas y la operación indebida de algún equipo.

Eliminación de la Sobreproducción

Al hacer sólo lo necesario, no existen excedentes de producción.

Mejora Continua de Procesos

Facilitación de mejora en las diferentes actividades de la fábrica, participación plena del personal, mejor [organización](#) del área de trabajo y una [comunicación](#) más rápida entre las distintas zonas de trabajo.

Minimización de Desperdicios

Otra función de KANBAN es la de movimiento de material, la etiqueta KANBAN se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se lograrán los siguientes puntos:

- Eliminación de la sobreproducción.
- Prioridad en la producción, el KANBAN con más importancia se pone primero que los demás.
- Se facilita el control del material.
- Minimizar el tiempo de entrega
- Identificar y reducir cuellos de botella
- Facilitar el flujo constante de materiales
- Desarrollo de un Sistema Just In Time

2.3.3 Ventajas de KanBan

- Reducción en los niveles de inventario.
- Reducción en WIP (Work in Process).
- Reducción de tiempos caídos.
- Flexibilidad en la calendarización de la producción y la producción en sí.
- Trabajo en equipo, Círculos de Calidad y Autonomía (Decisión del trabajador de detener la línea).
- Limpieza y Mantenimiento.
- Provee información rápida y precisa.
- Evita sobreproducción.
- Minimiza Desperdicios.

2.3.4 Implementación De KanBan

La Técnica KANBAN se implementa en 4 fases:

Fase 1. Entrenar a todo el personal en los principios de KANBAN, y los beneficios de usarlo.

Fase 2. Implementar KANBAN en aquellos componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continuo en la línea de producción.

Fase 3. Implementar KANBAN en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas de KANBAN, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va estar trabajando en su área.

Fase 4. Esta fase consiste de la revisión del sistema KANBAN, los puntos de reorden y los niveles de reorden, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de KANBAN:

- Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia
- Si se encuentra algún problema notificar al supervisor inmediatamente.

2.4 Sistema de Arrastre de Reabastecimiento

Uno de los principios fundamentales del Lean Manufacturing (Manufactura esbelta), es producir de acuerdo a la demanda del mercado.

Consecuentemente todo lo que produzca fuera de este entorno se considera Sobre producción (que es uno de los 7 desperdicios).

La planificación siguiendo el criterio PULL, sobre todo en aquellos procesos de corto tiempo de ejecución, radica en planificar la producción sólo lo que se va a enviar al cliente.

Esto evita ocupar máquinas, equipos y personas en producciones cuya demanda no es inmediata. Por otra parte, también al reducir el tamaño de los lotes de fabricación, cualquier incidencia durante el proceso es inmediatamente detectado y resuelto.

Se consigue trabajar con mejor cantidad de personas en la línea productiva ya que permite una detección inmediata de los cuellos de botella y un rápido equilibrado.

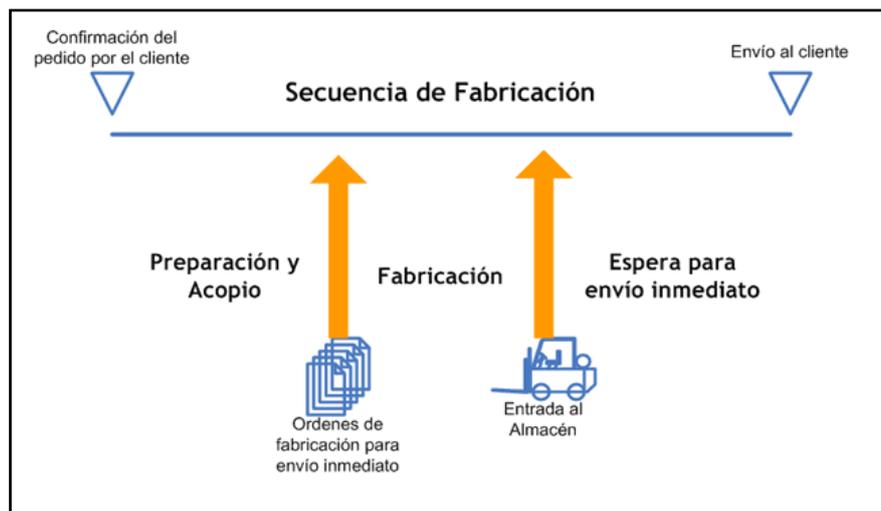


FIGURA 8. Secuencia de Fabricación

2.4.1 Introducción a los Sistemas de Arrastre de Reabastecimiento

Los sistemas de arrastre establecen “repositorios” de partes ubicados estratégicamente dentro de un proceso.

- Materia prima
- Partes fabricadas
- Partes compradas
- Bienes terminados

Los sistemas de arrastre separan procesos de abastecimiento de los procesos de consumo por medio del inventario de reposición.

2.4.2 Beneficios

Efectividad: Los sistemas de arrastre mejorarán la efectividad proporcionando el “producto correcto en el momento correcto” al consumidor, incrementando así la entrega a tiempo.

Eficiencia: Un sistema de arrastre puede lograr lo mismo a través de un sistema de empuje con menor WIP promedio (y por tanto menor tiempo de espera).

Productividad: Los sistemas de arrastre de reabastecimiento virtualmente eliminan escasez para operaciones en ruta, permitiendo a los recursos más tiempo “activo” para producir el producto.

Calidad: Los sistemas de bajo WIP (y tiempo de espera asociado) son más sensibles a la calidad (y por tanto a la resolución de problemas de fuerza) y lo facilitan (mejorando los ciclos de retroalimentación y aprendizaje).

Facilidad de control: Los sistemas de arrastre descansan en niveles de WIP fácilmente controlables versus las tasas de liberación para sistemas de empuje (mantener constante el resultado es mucho más difícil).

2.4.3 Disparadores de Diseño del Sistema de Arrastre de Reabastecimiento

Las partes componentes tiene diferentes “características”

- El volumen en dólares varía de parte a parte y dispara la necesidad para estratificación de partes (Frecuencia de pedidos de impacto)

- Perfiles de demanda (picos y valles), o variabilidad es diferente para partes diferentes
- Tiempo de espera (tiempo de reabastecimiento) varía de parte a parte.

La demanda es dinámica y cambia con el tiempo

- Estacionalidad, subida/bajada, cambios de ingeniería, etc. Disparan la necesidad de redimensionar las cantidades KanBan (típicamente mensual).

Riesgo de gestión de trade off de diseño

- Stock de seguridad (diseñado como protección contra variabilidad) reduce escasez pero incrementa inventario
- Mantener inventario semiterminados suaviza demanda en ese repositorio pero añade tiempo de espera de proceso

Objetivos del Sistema de arrastre: Establecer Control de Inventario
(Dimensionamiento KanBan): Estabilizar tasa de llenado, reducir inventario – ¡en
ese orden!
Efectividad, luego Eficiencia

2.4.4 Arrastre de Manufactura vs. Arrastre de Compras: Diferencias Claves

Sistema de Arrastre de Compras

- Controlado externamente
- Múltiples proveedores y ubicaciones
- Controlado por cantidades de pedido mínimas
- Comunicación continua con proveedores para ver temas costo y despacho
- Confianza en proveedores para frecuencia de despacho y cantidades de pedido

Sistema de Arrastre de Manufactura

- Controlado internamente
- Un proveedor y una ubicación
- Controlado por proceso manufactura
- Comunicación interna diaria para ver temas
- Confianza en recursos internos para cambios (cantidades, prioridad de pedidos, etc).

2.4.5 Parámetros para Sistemas de Arrastre de Reabastecimiento

Sistemas de Arrastre de Manufactura

- Demanda (DMD).
- Tiempo de espera de proceso (PLT).
- Intervalo de tiempo de ciclo (CTI).
- Stock de seguridad (SS)

Sistema de Arrastre de Compras

- Demanda (DMD).
- Tiempo de espera de proveedor (SLT).
- Frecuencia de pedidos (OF)
- Stock de seguridad (SS)

No existe virtualmente diferencia en los cálculos del sistema de arrastre de soporte para los dos tipos de partes, pero las presentamos separadas para la claridad de términos

CAPÍTULO III

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

4.6 Empresa

4.6.1 Reseña Histórica

Fue fundada el 26 de Abril de 1939 en la ciudad de Quito, donde adquirió su primer nombre comercial “Cóndor Industria Química Borja & Leib”, dedicada a la fabricación de pinturas, pegantes y afines.

En 1974, pasa a llamarse “Pinturas Cóndor S.A”.

En 1996 fue la primera industria Ecuatoriana en implementar sistemas de Calidad tales como la Certificación ISO 9001 – 2000 de la calidad.

En el 2005 y 2007, se hace acreedor al Premio Nacional a la Calidad, convirtiendo así la primera empresa en el Ecuador en obtener dos premios Nacionales en esta distinción.

En el 2007 se hace acreedor a la Certificación ISO 14001, así como del premio a la Excelencia Ambiental.

En el 2008 obtiene el premio IBEROAMERICANO a la Calidad. Al igual que la Certificación OSHAS 18001.

En octubre de 2010, pasó a formar parte de la empresa multinacional Sherwin Williams y en abril de 2011 se forma una alianza estratégica con la empresa FANAPISA.

En el 2011, Cumplió 71 años de vida en la fabricación de pinturas, resinas y afines. Y conservando el orgullo de ser una empresa líder en el mercado nacional.

4.6.2 Misión

Manufactura y ventas de pinturas, resinas y diluyentes de calidad y amigables con el medio ambiente.

4.6.3 Visión

Ser la Corporación Internacional preferida del consumidor ecuatoriano de pinturas y productos complementarios.

4.6.4 Valores

- Gente
- Servicio
- Calidad
- Desempeño
- Innovación
- Crecimiento
- Integridad

4.6.5 Organigrama

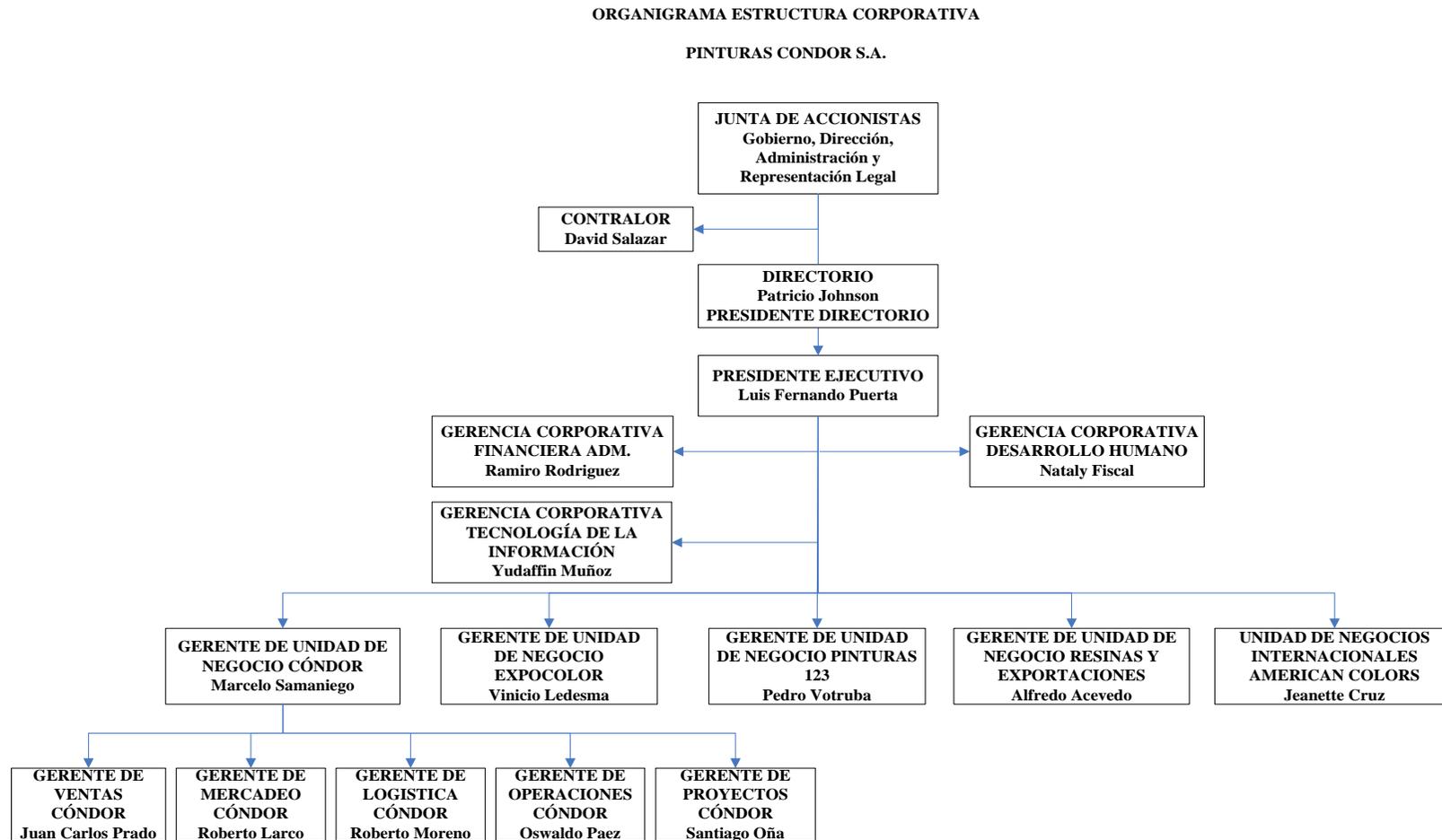


FIGURA 9. Estructura Corporativa

4.6.6 Cadena de Valor

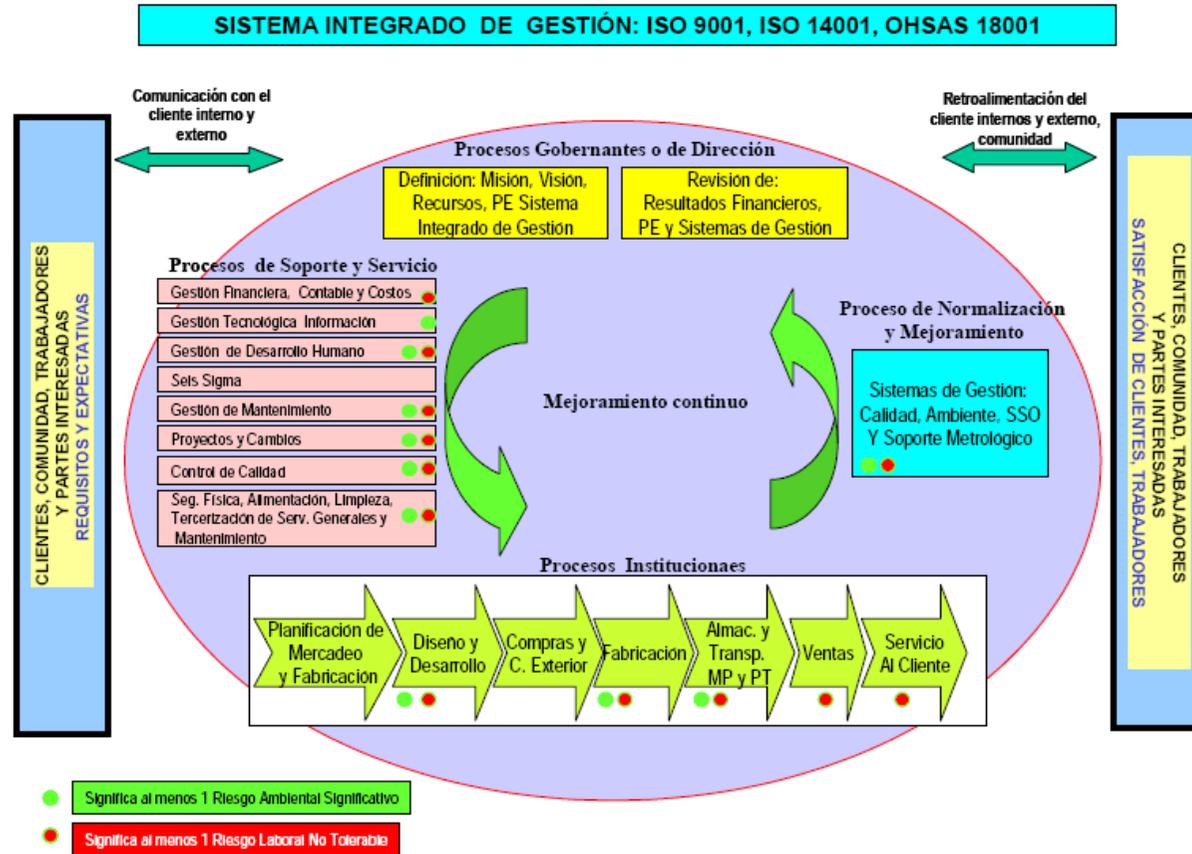


FIGURA 10. Cadena de Valor

4.6.7 Política de Compras

Las compras de insumos para la Producción, Adquisición de Bienes o Contratación de Servicios deben ser canalizadas a través del Departamento de Compras y Comercio Exterior.

La Jefatura de Compras Directas y Comercio Exterior será la encargada de coordinar y dar seguimiento a todos los servicios de exportación y a todos los procesos de compra de Materia Prima sean estos locales o importados.

A su vez la Jefatura de Compras Generales tendrá a su cargo la coordinación y seguimiento de las compras de materiales y servicios no inventariarles.

Todas las adquisiciones o contrataciones de Servicios que requiera la compañía deben ser canalizadas a través del Departamento de Compras Directas o del Departamento de Compras Generales según sea el caso; **excluyéndose las siguientes:**

TABLA 2. Política de Compras

DEPARTAMENTO	BIEN/SERVICIO
FINANZAS	Servicios Bancarios Fideicomisos Servicios Legales
TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN	Contratos de Servicio Técnico
DESARROLLO HUMANO	Capacitación del Personal Servicios Legales Selección de Personal
SISTEMAS DE GESTIÓN	Incineración Permisos Certificaciones
COMPRAS	Tramites de Aduana Autorizaciones Servicios de Auditorias
PRODUCCIÓN	Servicio de Maquilado Análisis de laboratorio
MANTENIMIENTO	Todos los servicios calificados de “urgentes” y que derivarían en la paralización parcial o total de la Planta.

Además toda Requisición de Compras y/o contratación de servicios deben ser autorizadas en cada Departamento de acuerdo a los siguientes niveles:

TABLA 3. Niveles Jerárquicos para la Autorización de Compras que se Genera en Cada Departamento

NIVEL JERARQUICO	MONTO A AUTORIZAR
JEFATURAS	DE 0 A 500 DOLARES
GERENCIAS	DE 501 A 5000 DOLARES
DIRECTORES	DE 5001 A 10000 DOLARES
GERENCIA GENERAL	MAYOR A 10000 DOLARES

Las órdenes de Compra de Bienes ó Contratación de Servicios que se generen en el Departamento de Compras deben ser autorizadas de acuerdo a los siguientes montos:

TABLA 4. Niveles Jerárquicos para la Autorización de Compras Solicitado por el Departamento de Compras

NIVEL JERARQUICO	MONTO A AUTORIZAR
JEFE DE COMPRAS	HASTA 500 USD
JEFE DE COMPRAS Y GERENTE DE CADENA DE ABASTECIMIENTO	SUPERIOR A 500 USD

De acuerdo al monto de la compra del bien o contratación de Servicios se deberá cumplir con un número mínimo de Cotizaciones para realizar la adquisición:

TABLA 5. Número de Cotizaciones, de Acuerdo al Valor de la Compra

MONTO COMPRA	NÚMERO DE PROVEEDORES
DE O A 100 DOLARES	1 PROVEEDOR
DE 101 A 500 DOLARES	2 PROVEEDORES
MAYOR A 500 DOLARES	3 PROVEEDORES

NOTA:

De esta definición se excluyen aquellos insumos, bienes, o servicios que tengan un proveedor único o “Sole Source”.

El Departamento de Compras a través del Gerente y/o Jefe Departamental podrá establecer contratos con proveedores de Bienes o Servicios siempre y cuando el monto de compra anual sea igual o supere los 40.000 USD y su nivel de transacciones sea frecuente.

Finalmente las compras consideradas como urgentes y que sean menores o iguales a 12 USD podrán ser canalizadas a través del uso de Caja Chica y con autorización del Gerente del área respectiva.

4.6.8 Proceso de Planificación

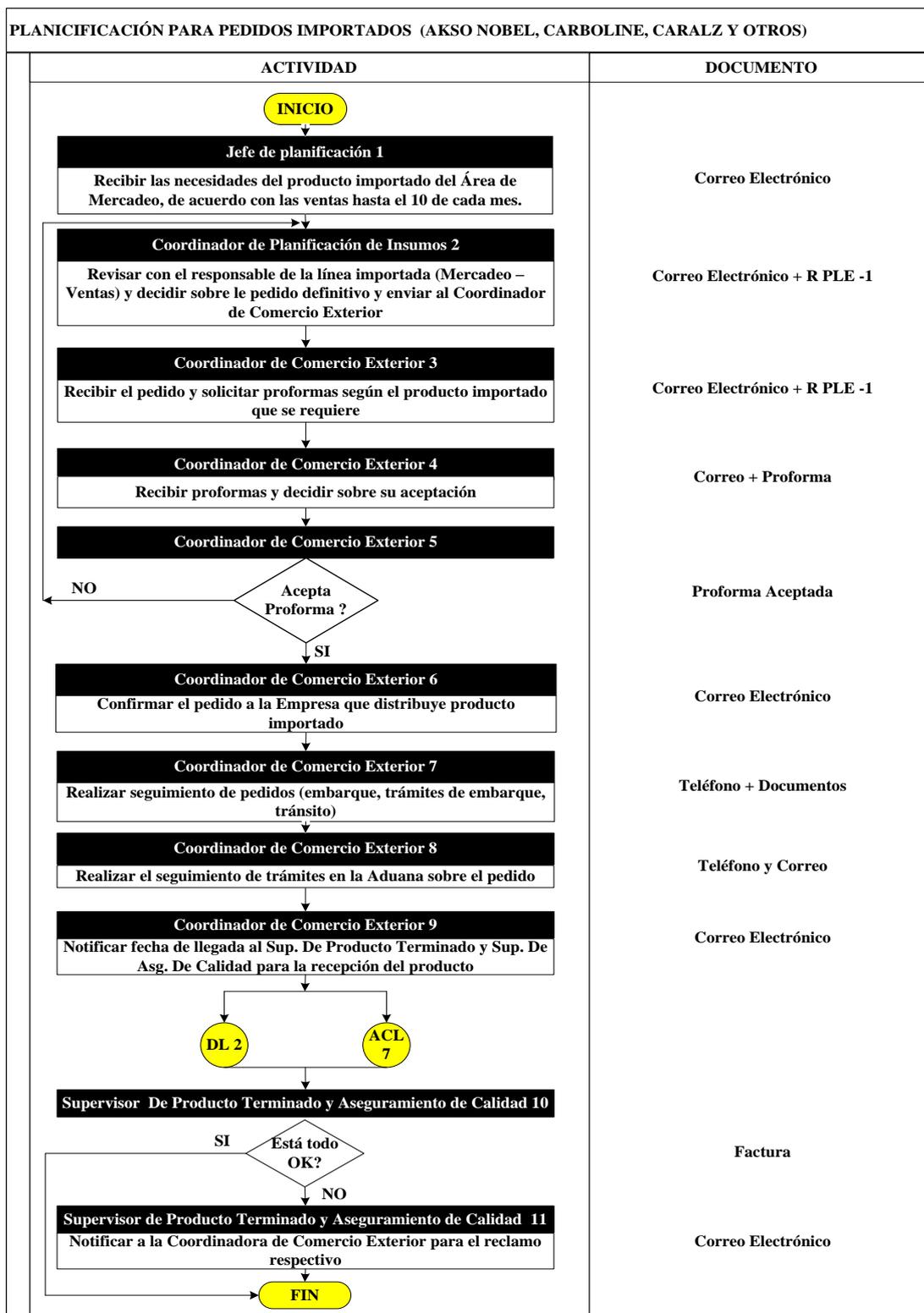


FIGURA 11. Proceso de Planificación

4.6.9 Inventario Actual

Por políticas de la empresa, no se puede dar un detalle del valor individual de la materias Primas que se utilizan en el proceso de elaboración de Pinturas y Resinas, pero se identifica que el valor monetario de inventario es de seis millones doscientos cincuenta mil dólares, 408 materias Primas y un aproximado de 3.018 toneladas de producto, almacenado en un área de 1.831 m².

CAPÍTULO IV

4. ALTERNATIVAS DE MEJORA PARA EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN

En el presente trabajo se analizarán dos metodologías que si bien es cierto; son ejecutables, pero que dependiendo de la inversión de recursos, pueden ser o no aplicables.

Para estos dos métodos es necesario contar con información que será de ayuda crucial en el momento de definir cuál es el más idóneo, al acercarse a las necesidades de la empresa y por ende del consumidor.

Siempre será importante recalcar, que el factor fundamental en la implementación de nuevos métodos de trabajo, es la adaptación y aceptación del trabajador, quién será el responsable del éxito o fracaso de las actividades que desempeña.

Teniendo claro que Six Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, el primer estudio se basa en la aplicación 3σ , lo que comprende trabajar con un porcentaje de acertibilidad del 98%.

Es importante además tener claro que el objetivo es, Optimizar el Proceso de Planificación de Compras.

¿Por qué la planificación de Compras?

Está claro, que no se ha visto ningún dato todavía, pero los sobre inventarios o la escasez de los mismos contemplan una alta probabilidad de errores en el proceso de planeación.

- Por falta de acertibilidad en pronósticos.

- La falta de análisis personalizado con cada uno de los elementos estudiados (En este caso nos referiremos a Materias Primas).
- Utilización inadecuada de herramientas de trabajo.
- Falta de depuración de sistemas utilizados; etc.

Lo detallado, son algunos de los factores que pueden generar información errónea, que en consecuencia dará como resultado fechas y cantidades inexactas para el reabastecimiento de Materia Primas

Las cantidades que se presentarán, reflejan el nivel de inventario que se debería mantener para cumplir con los requerimientos actuales de producción.

4.1 Fase de Definición

Se puede partir indicando que, en este proyecto se estudiarán las materias primas que se encuentran almacenadas en las bodegas: 1, 4, 5, 9, 10 y 11.

Ahora. Si se recuerda. En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Six Sigma, que deben ser evaluados minuciosamente para evitar la inadecuada utilización de recursos.

Para poder desarrollar este estudio, se debe partir con una buena información, misma que generará mayor credibilidad y acertibilidad en el proceso de planificación.

Para esto, es fundamental saber con qué recursos se cuenta, cuánto hay, pero sobre todo estar claro en que si todo lo que se tiene es necesario.

Antes de analizar los métodos, se debe partir con la depuración de la información:

- Se identifican las materia primas con las que se trabaja, separado de las que no estén dentro del estudio y además se identifica los productos descontinuados y obsoletos.

ANEXO 1. Productos Vigentes

ANEXO 2. Productos Intermedios

ANEXO 3. Tanques de Almacenamiento

ANEXO 4. Productos Descontinuados

Del proceso de depuración, se han identificado 4 grupos: Materias Primas Vigentes (que son con las que se desarrolla el trabajo de investigación), Productos intermedios, Tanques de Almacenamiento y Productos Descontinuados.

- **Materias Primas Vigentes.** Son las que tienen rotación; es decir actualmente se utilizan para la elaboración de pinturas y resinas. Estas serán objeto de este estudio.
- **Productos Intermedios.** Son las resinas elaboradas en la Planta de Resinas y se utiliza para la fabricación de pinturas.
- **Tanques de Almacenamiento.** En éstos, se almacenan resinas y productos que se adquieren bajo consignación.
- **Productos Descontinuados.** Son productos que están fuera de rotación

Una vez que se identifican las Materia primas con las que se trabajará, se debe conocer información adicional que permitirá desarrollar el análisis:

- **Clave de acceso I.** Código de la empresa para identificar al producto.
- **Código S.** Código creado en la empresa y determina el tipo de equipo de protección personal que se debe utilizar, de acuerdo a la materia que va a ser manipulado y es establecido en base a la NFPA 704, que identifica el tipo y nivel de riesgo que representa los PQ.
- **Clase UN.** Riesgo que representan los productos, estos son establecidos por el proveedor y se detallan en la MCDS que son las fichas técnicas de los materiales.
- **Presentación del Envase.** Que puede ser tambor, caneca, cartón en el cual se almacena el producto envasado
- **Peso por Envase.**
- **El número de envases por pallet.**
- **Peso Máximo/ Pallet. 1000 Kg**
- **Lead Time. Tiempo total hasta el reabastecimiento.**
- **Frecuencia de Compra y llegada del producto.**
- **# de niveles. 3 niveles máximo – 3 metros**
- **Altura pallet. Con carga 1 m**

Esta información será utilizada durante el desarrollo del estudio.

ANEXO 5. Información Básica Método 3σ

A continuación, se debe identificar las materias primas que se utilizan para:

- La elaboración de pinturas
- La elaboración de resinas y
- La elaboración de pinturas y resinas

ANEXO 6. Materias Primas para Pinturas

ANEXO 7. Materias Primas para Resinas

ANEXO 8. Materias Primas para Pinturas y Resinas

Al identificar las materias primas que son de uso exclusivo para pinturas, para resinas y las que se utilizan para ambos casos. Se procederá con el cálculo de datos adicionales importantes.

Como ejemplo, el siguiente dato necesario, es el consumo de cada materia prima, por cada mes y el total obtenido al final del período considerado. En este caso se tomará una materia prima que se utiliza tanto para la elaboración de pinturas como resinas y se procederá de la siguiente manera:

- Para cada uno de los meses; del valor total de consumo, se calcula el porcentaje de participación de MP en resinas. Y la diferencia será utilizada para la elaboración de pinturas.

TABLA 6. Cálculo de Consumo

Clave De Acceso	Descripción	% De Participación Resinas	Consumo Total Kg. (Mes 1)	Operación 1	Resinas Kg. (Mes 1)	Operación 2	Cóndor Kg. (Mes 1)
MP-355	OCTOATO DE COBALTO AL 12%	15%	827.35	= 827.35*15%	124.1	=827.35-124.10	703.25

- Teniendo claro el cálculo del consumo, se pasa al análisis de cada uno de los métodos propuestos.

4.1.1 Introducción a 3σ

Este método trabaja con materias primas que serán identificadas como especiales.

El motivo de esta distinción se centra en la problemática de inventario por escasos que la mayoría de las ocasiones han representado.

TABLA 7. Stock de Almacenamiento Casos Especiales

CLAVE DE ACCESO I	DESCRIPCIÓN	STOCK DE ALMACENAMIENTO CASOS ESPECIALES (meses)
MP-262	ROVACE DP81488	2
MP-2664	PHENOLIC RESIN -70% SOLID	2
MP-373	NITROCELULOSA E 1160	2
MP-375	NITROCELULOSA DE 15-20	2
MP-376	NITROCELULOSA DE ½	2
MP-8157	ANHIDRIDO FTALICO	2
MP-8210	PENTAERITRITOL	2

Tomando en cuenta esta observación se calculan los consumos. Considerando que al consumo total de estas materias primas se les multiplicará por el número de meses de inventario especial detallado.

Adicional, se determina la desviación estándar, teniendo claro que ésta nos dice cuánto tienden a alejarse los puntajes del promedio. De hecho específicamente la desviación estándar es el “promedio de lejanía de los puntajes respecto del promedio”

ANEXO 9. Consumos Promedios y Desviaciones Estándar. Método 3σ

Ahora. ¿Sabemos qué significa 3σ ?

Si se revisa, no se ha calculado un stock de seguridad en sí. Pero se calculó la desviación estándar y si recordamos su concepto, y que éste primer método es “ 3σ ”.

Se obtiene que: de las tres desviaciones con las que se cuenta. Una se encargará de cubrir el consumo promedio y las dos restantes serán el stock de seguridad.

De esta manera, la cantidad de Materia Prima que se necesita para cubrir los requerimientos de producción se obtienen de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Inventario} = \text{Consumo Promedio} + 3\sigma$$

Esta será información crucial en la primera parte del estudio, pues del inventario que se obtenga como resultado de cada uno de los métodos, permitirá seleccionar el más adecuado para cumplir con los objetivos inicialmente planteados.

Para cerciorarse de la elección, se obtendrá el valor de inventario, con esto se puede obtener el número de pallets, el área requerida y el volumen necesario. Esto para comparar los recursos con los que actualmente contamos, frente a los requeridos.

Para conseguirlo se utilizará la información básica detallada en la **Tabla 10**.

$$\# \text{ de Paletts} = \frac{\text{Inventario}}{\text{Peso de Envase} \times \# \text{ Envases por Pallet}}$$

$$\text{Area Requerida} = \frac{\# \text{ de Pallets}}{\# \text{ Niveles}} \times \text{Area del Pallet}$$

$$\text{Volumen} = \text{Area Requerida} \times \text{Altura (Pallet con Carga)}$$

ANEXO 10. Cálculo de Inventario 3σ

Con los valores obtenidos de la aplicación de estas fórmulas, estamos listos con nuestra primera propuesta y se resume en la siguiente tabla:

TABLA 8. Resultados Primer Método “ 3σ ”

3σ	Inventario Total (Kg)	# De Pallets Total	Área Requerida Total (m ²)	Volumen Total (m ³)
	3'533.688	4.396	2.538	3.230

Con este método se obtiene lo siguiente:

- El inventario total necesario es 3'533.688 kg.
- Para su almacenamiento se requiere 4.396 pallets.
- El área requerida es de 2.538 m².
- El volumen total a utilizar son 3.230 m³.

4.1.2 Segundo Método “Arrastre”

4.1.2.1 Parámetros del Sistema de Arrastre

4.1.2.1.1 Demanda

1. Recolectar datos
 - Pedidos históricos
 - Despachos históricos si los pedidos no están disponibles
 - Forecast
2. Entrevistar Marketing, Ventas, Ingeniería, Desarrollo de productos y varios equipos de línea de producto (para revisar validez de datos).
3. Calcule la demanda, “uso diario promedio” (ADU)
 - Para cada parte o líneas de producto, calcule porcentaje de volumen total para pedidos históricos y forecast
 - Clasifique las partes de alta a baja demanda.
 - Calcule un porcentaje acumulativo
 - Separe el 80% superior de la demanda

- Compare el 80% superior de pedidos y de 80% superior de forecast
- Ajuste diariamente la demanda si es necesario

La clave es calcular un uso diario promedio razonable

4. Calcule la “variabilidad de la demanda”

- Calcule la desviación estándar de la demanda diaria histórica.
- Necesita descartar datos de demanda anormales
- Use el uso diario promedio (ADU)
- Luego calcule el coeficiente de variación para la demanda (CV)

$$\text{Coeficiente de Variación} = \frac{\text{Desviación Estandar}}{\text{Consumo Promedio}}$$

- Las partes con CV de alta demanda no son buenos candidatos de arrastre

4.1.2.1.2 Coeficiente de Variación – Discusión

El CV de la demanda para cada parte es uno de los factores usados para determinar si una parte es o no candidato a sistema de arrastre

- Las siguientes son las reglas del pulgar Arrastre vs. Empuje para Uso Diario Promedio (ADU):

$CV < 1.0 = \text{ARRASTRE}$

$1.0 < CV < 1.5 = \text{Datos Adicionales Requeridos}$

$CV > 1.5 = \text{EMPUJE}$

4.1.2.1.2.1 Estrategia “PUSH” Empuje (Estrategia hacia los Canales de Distribución)^[12]

Es una estrategia de sentido descendente; es decir, se realiza de forma escalonada del fabricante al consumidor.

La estrategia “push” orienta sus esfuerzos de comunicación en el distribuidor.

El objetivo principal, es suscitar una cooperación voluntaria del distribuidor que, en razón de los incentivos y de las compensaciones de venta que se le ofrecen, va naturalmente a privilegiar o empujar el producto cada vez que pueda. La fuerza de venta, o la comunicación personal, será aquí.

Se deben orientar los esfuerzos de comunicación (fundamentalmente promocionales). El medio de marketing más importante sobre las empresas de distribución para que dé forma secuencial, son las siguientes;

- Distribuyan nuestros productos; compren en grandes cantidades; ubicación preferente en el punto de venta. Los minoristas aconsejen nuestras marcas a los consumidores.
- La cooperación de los distribuidores; normalmente, no se logra de forma altruista, precisamos de una serie de ofertas que sean atractivas para los

intermediarios. Suelen considerarse idóneas, entre otras, las siguientes: Márgenes brutos comerciales elevados. Productos gratuitos. Participación en la publicidad del distribuidor. Regalos útiles para el minorista. Material de merchandising.

4.1.2.1.2.2 Estrategia “PULL” Arrastre (Estrategia hacia el Consumidor Final)

Es una estrategia de sentido ascendente y por consiguiente, contrapuesta a la estrategia “push”.

La estrategia “pull” orienta sus esfuerzos de comunicación en el comprador.

Tiene como objetivo que el consumidor exija nuestros productos en el punto de venta para forzar al minorista a tener en existencias dicho producto o marca. A su vez el minorista lo solicita al mayorista y éste al fabricante. Como vemos se busca la cooperación de los distribuidores de una forma que consideramos cooperación a la fuerza. Si los distribuidores no quieren perder clientes deberán aprovisionarse y comprar la marca solicitada. El fabricante ve así reforzada su capacidad de negociación en el canal.

Al inverso de la estrategia de presión, se intenta aquí crear una cooperación forzada por parte de los intermediarios, los consumidores juegan de alguna manera en éste proceso.

La puesta en funcionamiento de esta estrategia de aspiración requiere importantes medios publicitarios, repartidos en largos períodos para conseguir crear esta demanda y esta presión sobre la distribución.

4.1.2.2 Sistema de Arrastre de Compras

Señal de reabastecimiento (Orden de compra)

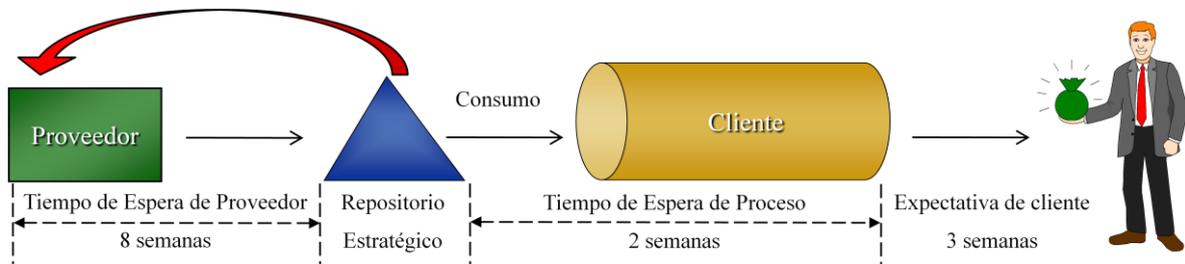


FIGURA 12. Sistema de Arrastre de Compras

- Reabastecimiento en base a consumo (demanda de cliente).
- El tamaño del repositorio estratégico es una función de la variabilidad de la demanda, tiempo de espera de proveedor, frecuencia de pedidos y nivel de servicio deseado.
- Escasez de inventar se reduce o elimina (reduce espera).
- Inventario total es reducido.

4.1.2.3 Parámetros del Sistema de Arrastre de Compras

Demanda (DMD)

- Uso diario promedio o semanal (ADU)
- Basado en cualquier historia, forecast (registro o combinación)

- Recalculado frecuentemente para capturar cambios en tendencias

Tiempo de espera de proveedor (SLT)

- Tiempo desde un lanzamiento enviado proveedor hasta que se recibe la parte (tiempo de reabastecimiento)

Frecuencia de pedidos (OF)

- Representa la frecuencia de pedidos (días), o cantidad de pedidos (unidades) que deben ser comprados.
- Cambiar OF permite trade-offs entre transacciones, capacidad e inventario.

Stock de seguridad (SS)

- Las partes requeridas para compensar la variación (demanda, calidad, entrega proveedor)

A medida que cambian los parámetros, el dimensionamiento del sistema de arrastre (KanBan) necesita ajustarse

4.1.2.3.1 Tiempo de Espera de Proveedor (SLT) y Frecuencia de Pedidos (OF)

- SLT es el tiempo para llenar una parte de un proveedor una vez que se ha consumido. Debe incluir:

Generación de PO + LT de proveedor + Transporte + Recepción e inspección

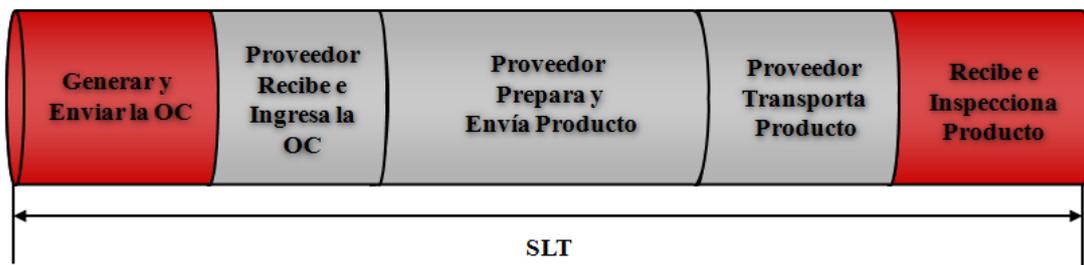


FIGURA 13. Lead Time

- OF es la frecuencia en que una parte específica es ordenada (maneja cantidad de pedido).

4.1.2.3.2 Dimensionamiento del Stock de Seguridad

SS es una función de:

- Variabilidad de demanda (σ)
- Nivel de servicio deseado
- Tiempo de espera de proveedor (SLT)
- Rendimiento a tiempo del proveedor (β)

$$\text{Stock de seguridad} = \sigma * \text{nivel servicio} * (\text{SLT})^\beta$$

$$\text{Donde } \beta = 0.7$$

Beta es una unidad menos de medición de rendimiento en tiempo de manufactura. Tiene valores posibles de 0.0 a 1.0 con 0 = no ocurrencia de falta de fechas perdidas (siempre a tiempo) y 1 como alta ocurrencia de fechas perdidas (manufactura rara vez satisface fechas). Un buen punto de inicio para Beta a partir de la experiencia empírica es 0.7

La reducción del tiempo de espera se vuelve parte crucial de una estrategia de gestión de inventario

4.1.2.4 Fórmulas de Arrastre para Partes Compradas

- **$K_{max} = \text{Max KanBan} = (\text{PLT} \times \text{DMD})$**

Máximo inventario en el ciclo sistema de arrastre

- **$K_{min} = \text{Min KanBan} = \text{Disparador} = K_{max} - \text{Cantidad a Pedir}$**

Mínimo inventario BOH esperado en el ciclo del sistema de arrastre

- **Orden si: $(\text{BOH} + \text{OOQ}) \leq \text{Disparador}$**

Definiendo si pedir o no

- **$\text{OQ} = \text{Cantidad Pedido} = [(\text{DMD} \times \text{OF}) + \text{SS}]$**

Cantidad de pedido. De ser necesario redondee hacia arriba al número más cercano.

- **$\text{Stock de Seguridad} = \sigma \times \text{Nivel de Servicio} \times \text{LT}^\beta$**

β (Rendimiento del Proveedor) = 0.7

Inventario que compensa la variación

Nota:

(BOH) = Balance en mano.

OOQ) = Número de unidades en el proceso de producción en un punto dado en el tiempo.

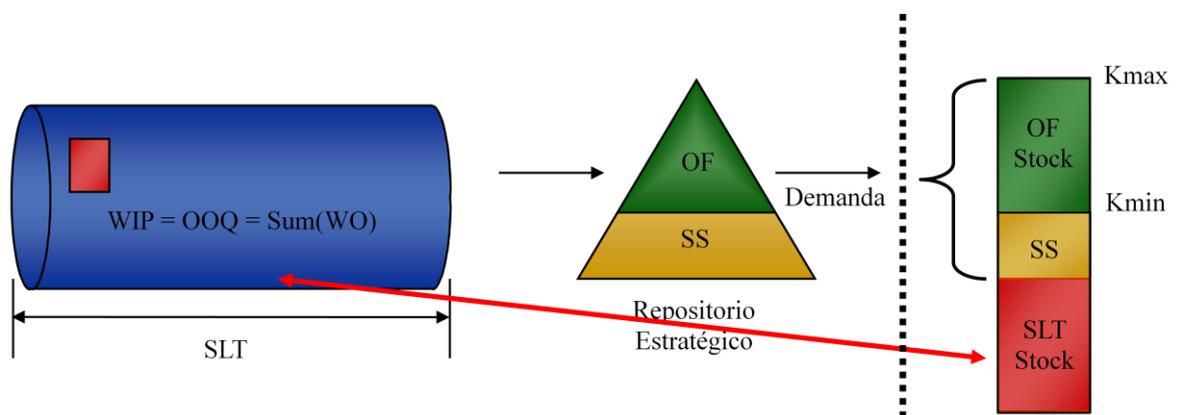
4.1.2.5 ¿Cómo Funciona el Proceso de Reposición?

FIGURA 14. Proceso de Reposición

1. Empiece con K_{max} : repositorio completo y orden al inicio del proceso.
 2. A medida que la demanda consume inventario en el repositorio, el pedido avanza en el proceso.
 3. Más inventario consumido y el pedido sigue avanzando.
 4. A medida que el balance en mano alcanza el stock de seguridad, el pedido termina el proceso.
- El pedido reabastece el balance en mano.

- El sistema está ahora en K_{\min} y otro pedido se coloca al frente del proceso.
5. EL sistema está ahora de regreso en K_{\max} .

4.1.2.6 Cálculo de Valores

Como en el caso anterior. Es necesario el cálculo de información básica que ayudará a determinar el nivel de inventario necesario para cubrir la producción requerida. Además se determinará la frecuencia de llegada de cada producto.

Hay que tener claro, que no es lo mismo frecuencia de llegada que el Lead Time, estos dos representan conceptos completamente diferentes.

Para hacerlo más claro, Se analiza el siguiente gráfico.

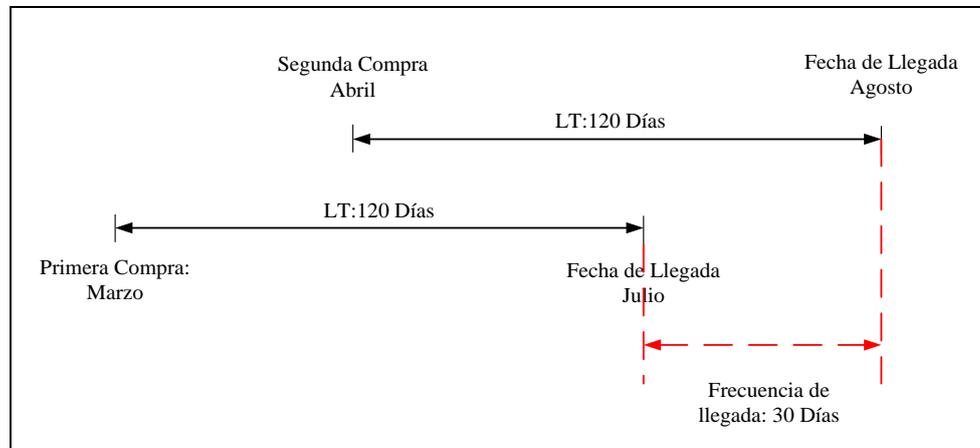


FIGURA 15. Lead Time / Frecuencia

ANEXO 11. Información Básica y Frecuencia de Compra. Método de Arrastre

- Tanto; el Consumo Promedio, como la Desviación Estándar calculados en el método anterior, los transformaremos de Kg/mes a Kg/días. Esto se obtiene de dividir cada uno de los valores para 30.

ANEXO 12. Consumos Promedios y Desviaciones Estándar. Método de Arrastre

- El siguiente paso es determinar el Stock de Seguridad, para el cual se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Stock de Seguridad} = \sigma \times \text{Nivel de Servicio} \times \text{Lead Time}^\beta$$

Donde: $\beta = 0.7$

- De igual manera se calcula la cantidad que se encuentra en tránsito, y esta es igual a:

$$\text{Cantidad Pedida} = (\text{Frecuencia} \times \text{Consumo}) + \text{Stock de Seguridad}$$

- Partiendo de esta información, procederemos con el cálculo de de KanBan mínimo y KanBan máximo, estas nos indican las cantidades mínimas y máximas de inventario que se debe mantener para evitar inconvenientes de escases o sobre inventario y así cumplir con normalidad con los requerimientos de producción deseados. Estos valores se obtienen utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{kanBan Máx} = (\text{Lead Time} \times \text{Consumo})$$

$$\text{kanBan Mín} = \text{kanBan Máx} - \text{Cantidad Pedida}$$

- Ahora que se sabe el inventario (KanBan Máximo) con el que debe contar, se calcula datos adicionales tales como: # de Pallets, Área Requerida y volumen, considerando las fórmulas que ya utilizaron en el primer método.

ANEXO 13. Cálculo De Inventario Método de Arrastre

TABLA 9. Inventario Arrastre

Arrastre	Inventario Total (Kg)	# De Pallets Total	Área Requerida Total (m ²)	Volumen Total (m ³)
	2'506.432	2.607	1.357	1.477

Con la aplicación de este método, se obtiene los siguientes resultados:

- El inventario total necesario es 2'506.432 kg.
- Para su almacenamiento es necesario 2.607 pallets.
- El área requerida es de 1.357 m².
- El volumen total a utilizar son 1.477m³.

Con el resultado obtenido de los dos métodos, es posible seleccionar el mejor, o el más adecuado en este estudio. No únicamente por generar menor nivel de inventario; sino, porque nos permite analizar un mayor número de variables y generar menor número de errores en el proceso de planificación.

TABLA 10. Resultados Comparativos

METODOLOGÍAS	3σ	ARRASTRE	DIFERENCIA	
Inventario Total (Kg)	3'533.688	2'506.432	29.07%	1'027.256
# De Pallets Total	4.396	2.607	40.70%	1.789
Área Requerida Total (m²)	2.538	1.357	46.53%	1.181
Volumen Total (m³)	3.230	1.477	54.27%	1.753

La diferencia en el inventario total necesario es del 29,07% lo que es igual a 1'027.256 Kg.

De esto, el método seleccionado es el segundo. **Método del Sistema de Arrastre de Reabastecimiento, utilizando KanBanes.**

4.2 Fase de Medición

Para completar esta fase se caracteriza el proceso; es decir, se identifica claramente las variables que afectan el funcionamiento del sistema seleccionado.

En este punto es posible darse cuenta, que la identificación de variables que intervienen en el análisis del proceso, fue especificado en los puntos 4.1.2.3, 4.1.2.3.1 y 4.1.2.3.2 previo al cálculo de valores en la etapa de Definición.

No es por equivocación, más bien es importante que no se proceda de forma mecánica sino de forma lógica, entendiendo la importancia que representan todas y cada una de las variables a utilizar.

4.3 Fase de Análisis

Al completar las fases uno y dos del estudio, se evaluarán los resultados actuales e históricos.

En esta fase se desarrollará y se comprobará hipótesis sobre las posibles relaciones causa – efecto, que ayudarán a reafirmar la metodología seleccionada, confirmando los determinantes del proceso; es decir, las variables claves de entrada o “focos vitales” que afectarán la respuesta efectiva del mismo.

Como punto de partida. Se tiene:

TABLA 11. Inventario Actual

INVENTARIO ACTUAL (\$)	6'250.000
PALETS	3.640
TON. MÉTRICAS	3.018
PRODUCCIÓN MENSUAL (lit.)	1'400.000
# MATERIAS PRIMAS	408

Esto se traduce en un inventario en bodega que bordea los seis millones doscientos cincuenta mil dólares, tres mil seiscientos cuarenta pallets, tres mil dieciocho toneladas de producto, necesarios para asegurar una producción mensual de un millón cuatrocientos mil litros y 408 materias primas.

Adicional se puede decir, que para este estudio, no únicamente se considerará la metodología que menor nivel de inventario genere, sino el espacio físico con el que se cuenta, considerando que por los resultados inicialmente arrojados se logró la ampliación del G4 (Bodega 4) y la construcción del G11 (Bodega 11).

Tomando en cuenta lo expuesto:

TABLA 12. Área Actual Utilizada

GALPÓN	AREA FÍSICA TOTAL (m²)	AREA ÚTIL (m²)	PALETS
1	900	375.84	693
4	1000	460.80	960
5	897	419.04	865
9	252.63	112.32	156
10	333.36	169.92	354
11	433.9	293.76	612
TOTAL	3.816,89	1.831,68	3.640

El área física total es de tres mil ochocientos dieciséis m², el área utilizada es de mil ochocientos treinta y uno m², lo que representa el 48% del área total, y el número de pallets almacenados es tres mil seiscientos cuarenta.

Los datos expuestos, representan el nivel de inventario existente, su valor monetario y el espacio requerido para su almacenaje, de acuerdo a la distribución actual.

La hipótesis planteada es el método propuesto y su objetivo está en que con su aplicación se reduzca el nivel de inventario y por ende los costos y los espacios de almacenamiento, reduciendo al mínimo quiebres de stock y evitando al máximo sobre inventarios, cubriendo la producción deseada.

De acuerdo al método seleccionado, el resultado es el siguiente:

344 materias primas, 260 de ellas destinadas para la fabricación de pinturas, 73 utilizadas en la elaboración de resinas y 11 de ellas destinadas para la elaboración de pinturas y resinas.

TABLA 13. Área Propuesta

GALPÓN	AREA FÍSICA TOTAL (m²)	AREA ÚTIL (m²)	PALETS
1	900	338.4	621
4	1000	336.96	702
5	897	325.44	678
9	252.63	112.32	156
10	333.36	169.92	354
11	433.9	219.72	459
TOTAL	3.816,89	1502.76	2970

Esto representa, que del área física total de tres mil ochocientos dieciséis m². El área a utilizar será de mil quinientos dos m², representando esto el 39% del área total, con una capacidad de almacenamiento de dos mil novecientos setenta pallets suficiente espacio para almacenar 2.506 toneladas de producto necesario para cubrir la producción mensual requerida.

No está demás indicar que el área requerida es el resultado de la distribución realizada en base a la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2266:2000, quien establece los requisitos y precauciones que se deben tener en cuenta para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químico peligrosos.

4.4 Fase de Mejora

En esta fase se desarrollará el nuevo sistema en el proceso de planificación, se enfatizará visualmente la importancia de las variables utilizadas para garantizar el funcionamiento del proceso.

En la fase de mejora (Improve en inglés) el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del mismo.

Como punto de partida, es importante tener claro qué Lead Time se mantendrá para cada una de las materias primas, tomando en cuenta que este debe abarcar el tiempo requerido para la generación de la orden de compra, fabricación, embarque, tránsito (lugar de origen), trámites aduaneros y despacho a planta.

De igual manera se encuentra la frecuencia de compra y llegada del producto, que básicamente es decisión de la gerencia financiera pero propuesta por el planificador.

Adicional a esto, pero no menos importante, es la información sobre el consumo promedio de las materias primas; que por el contrario es la variable en la cual se centra este estudio y genera una cadena de cálculos que ayudarán a determinar los niveles de inventarios idóneos. Ayudados adicionalmente del nivel de servicio, que en este caso es el 98% y el rendimiento del proveedor ($\beta=0.7$)

4.1.1 Desarrollo del Proceso

- Análisis de datos históricos. En este caso, el consumo de materias primas en un determinado período de tiempo.

- Definir el Lead Time y la Frecuencia de compra, esto se define en base al lugar de procedencia de las materias primas y el tiempo de fabricación por parte del proveedor.

El primer análisis se produce al cierre de mes. Es necesario tener un balance de lo consumido y de lo existente, de esa manera se genera una proyección de consumo y reabastecimiento a largo o corto plazo.

Para mejor comprensión se puede analizar una materia prima seleccionada al azar, en este caso MP-8157 ANHIDRIDO FTALICO.

Su Lead Time es 90 días y la frecuencia de pedido y llegada del mismo son 20 días, el consumo promedio histórico es de 3.704,85 Kg/día, al cierre de mes su consumo es de 3.378 Kg/día; lo que es igual:

TABLA 14. Datos para Desarrollo Del Proceso KanBan

LT	90 Días
OF	20 Días
DMD Histórico	3.704,85 Kg/día
DMD Actual	3.378 Kg/día

Es necesario; que la información sea analizada en forma diaria o como máximo semanal, tomando en cuenta que de esa manera se podrá tener una mejor visión de la rotación del producto y por ende tener mayor oportunidad de reacción para un nuevo reabastecimiento; si así, el caso lo amerita.

Retomando el cálculo. Con los datos históricos y actuales, se obtiene el promedio de consumos y la desviación estándar. En este caso:

TABLA 15. Cálculo Consumo Promedio Y Desviación Estándar

PROMEDIO	DEASVIACIÓN ESTANDAR
3.541,42 Kg/día	115.56 Kg/día

A continuación se calcula el KanBan Máximo, este es el nivel máximo de inventario a mantener. Este depende básicamente del Lead Time y del consumo.

$$\text{kanBan Máx} = (\text{Lead Time} \times \text{Consumo})$$

TABLA 16. Cálculo de KanBan Máximo

Lead Time (Días)	Consumo (Kg/Día)	KanBan Máx. (Kg)
90	3.541,42	318.728,11

El siguiente paso, es el cálculo del stock de seguridad, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Stock de Seguridad} = \sigma \times \text{Nivel de Servicio} \times \text{Lead Time}^{\beta}$$

Donde: $\beta = 0.7$ (Rendimiento Proveedor)

Nivel de servicio= 98% = DISTR.NORM.ESTAND.INV (98%) = 2

TABLA 17. Cálculo del Stock de Seguridad

Desviación Estándar (Kg/día)	Nivel de Servicio	Lead Time (Días)	B	Stock de Seguridad (Kg)
115.56	2	90	0.7	5.537,53

Antes de determinar el valor del inventario mínimo que se debe mantener de acuerdo al consumo del producto, se calcula el valor de la cantidad que se va a pedir para reponer lo que se consumirá, durante el tiempo que represente la frecuencia establecida y de esa manera generar en el nivel máximo de inventario. Esto es:

$$\text{Cantidad Pedida} = (\text{Frecuencia} \times \text{Consumo}) + \text{Stock de Seguridad}$$

TABLA 18. Cálculo De La Cantidad A Pedir

Frecuencia de Compra (Días)	Consumo Promedio (Kg/Día)	Stock de Seguridad (Kg)	Cantidad a Pedir (En Tránsito) Kg
20	3.541,4	5.537,53	76.366

$$\text{kanBan MÍN} = \text{kanBan MÁX} - \text{Cantidad Pedida}$$

TABLA 19. Cálculo De KanBan Mínimo

KanBan Máx. (Kg)	Cantidad a Pedir (En Tránsito) Kg	KanBan MÍN. (Disparador)
318.728,11	76.366	242.362,11

Al determinar el valor mínimo de inventario, es posible determinar la rotación (tiempo en meses de inventario en mano). Para su cálculo se procede de la siguiente manera:

$$\text{Rotación} = \text{KanBan MÍN} \div \text{Consumo Promedio} \div 30$$

TABLA 20. Cálculo De Rotación

KanBan MÍN. (Disparador)	Consumo Promedio (Kg/Día)	Rotación (Meses)
242.362,11	3.541,4	2.3

Para culminar se obtiene el valor de inventario con el que se cierra el mes de análisis, esto es igual a las existencias en bodega.

TABLA 21. Cálculo De Inventario

Inventario (Kg.)
170.000

Nota. Estos valores se lo podrán identificar en el ANEXO 14. Matriz de Planificación.

Una vez que sabe cuál es el valor del inventario al final de cada mes, automáticamente se activará una alarma de colores (KanBanes), mismos que nos indican el estado en el que se encuentra el producto, considerando el consumo y los niveles máximos y mínimos que se deben mantener para cumplir con la producción deseada.

Para esto se aplica formato condicional. En el cual se compara de la siguiente manera:

TABLA 22. Código De Colores KanBan

	Inventario \leq KanBan Mín.
	Inventario $>$ KanBan Mín.
	Inventario \leq Stock de Seguridad
	Inventario \geq KanBan Máx.

Considerando lo expuesto, del ejercicio planteado, el nivel de inventario se encuentra en color amarillo, lo que nos dice que no hay quiebre de stock pero que debe pedirse, ya que hay un desfase entre el inventario mínimo y la existencia en bodega.

TABLA 23. KanBan en Inventario Calculado

KanBan Máx. (Kg)	KanBan Mín. (Disparador)	Rotación (Meses)	Inventario	Rotación (Meses)
318,728.11	242,362.11	2.3	170	1.7

Hay que recordar, que los KanBanes indican los niveles de inventario que se deben mantener, en base al Consumo Promedio, Frecuencia y Lead Time.

En el cuadro precedente se observa que la el nivel de inventario existente al cierre de mes, es menor que el KanBan Mín., por lo tanto; el siguiente reabastecimiento que se va hacer, debe primero cubrir este nivel de inventario mínimo y después generar el KanBan Máx.

A partir de esta observación, se debe generar un estudio a futuro, es decir; se proyecta consumos que se basan en producciones que se desean obtener.

Para esto se procede de la siguiente manera:

Se compara el promedio anterior con el Forecast, a continuación se procede como en el caso anterior. Se calcula los valores de desviación estándar, KanBan Máx., stock de seguridad, cantidad a pedir, el KanBan Mín., su rotación. Finalmente el inventario con el que se cerrarían meses posteriores y su rotación, tomando en cuenta que esta vez el inventario es igual a:

$$\text{Inventario del mes Anterior} + \text{Ingresos Previsto} - \text{Forecast(Consumo Previsto)}$$

Es así que si la proyección de consumo diario es de 3600 Kg/Día. Se tiene:

TABLA 24. Resultado De Proyección

Promedio	Desviación Estándar	KanBan Máx.	Stock de Seguridad	Cantidad a Pedir (Tránsito)	KanBan Mín. (Disparador)	Rotación KanBan Mín. (Disparador)
3570.71	20.71	321.364,05	992,42	72.406,66	248.957,40	2,3

A partir de estos valores; el objetivo siguiente, es generar el nivel de inventario deseado, para esto es necesario generar un ingreso igual 259.364,05 Kg.

Mediante la aplicación la fórmula:

$$\text{Ingreso} = \text{KanBan Mín} - (\text{Inventario en Mano} - \text{Consumo Previsto}) + \text{Cantidad a Pedir}$$

TABLA 25. Cálculo de Ingreso con Proyección

Ingreso	Consumo	Inventario	Rotación Inventario (Meses)
259.364,05	108.000	321.364	3

Y de esta manera se nivela el inventario a KanBan Máx.

Hay que recordar; que si bien este sistema generará alertas que indican el estado de los niveles de inventario de acuerdo a lo que se ha programado, la decisión de comprar o no, siempre será del planificador y de la gerencia financiera.

ANEXO 14. Matriz de Planificación

ANEXO 15. Mejora

4.5 Fase de Control

En esta fase, se establece los controles necesarios para asegurar lo que se ha conseguido mediante el proyecto Six Sigma. Una vez que se ha conseguido el objetivo y la misión, se da por finalizada la tarea propuesta por el equipo de trabajo.

Con ello es importante mencionar los factores o procesos que deben controlarse para el correcto funcionamiento de la propuesta.

Entre ellos se resaltan los más importantes:

Información

Definir claramente los productos con los que se va a trabajar, mantener únicamente los que se encuentren vigentes, para no generar información de inventarios erróneos, establecer los Lead Time, la Frecuencia de llegada y de pedidos de los productos.

Proceso

- Determinar las Desviaciones Estándar correctas, acorde a los niveles de consumos de cada una de las materias primas estudiadas.

- Determinar los stocks de seguridad, los KanBanes Máximos y Mínimos de acuerdo a los datos precedentes.
- Nivelar los valores de inventario propuestos, de acuerdo a cada una de las etapas de cálculo.
- Realizar un análisis constante de la información que arroja el nuevo sistema. Básicamente por entender el por qué se genera la información que se refleja.

CAPÍTULO V

5. MATRIZ DE COMPATIBILIDAD

Como parte del trabajo para la optimización del proceso de planificación, se generó la reorganización de cada una de las bodegas de almacenamiento, dando como resultados el conocimiento claro de la ubicación y de las cantidades que deben ser almacenadas en las mismas.

Para esto se desarrollo la matriz de compatibilidad, misma que muestra la fiabilidad de almacenar unas materias primas con otras, reduciendo así el riesgo que representa la manipulación y almacenaje.

Es importante mencionar además, que esta es una clasificación según las NACIONES UNIDAS.

Para su creación se procede de la siguiente manera:

1. Para cada uno de los niveles de riesgo existentes se le asigna un valor. Esto ayudará en el momento de la búsqueda para establecer el código de colores que corresponda. Es creado en base a los valores de riesgo descritos en la **figura 2**.

ANEXO 16 .Información Calculador de Compatibilidad

2. De la matriz original (**figura 2**), se genera un cuadro, colocando sus valores tanto vertical como horizontal.

Este cuadro será la referencia para determinar la compatibilidad entre una materia prima y otra.

ANEXO 17. Calculador de Compatibilidad

3. Para el desarrollo del estudio, en la fase de Definición se identificó información básica necesaria que sería utilizada a lo largo de todo el proceso, entre la información se detalla el Código S – Clase UN (Riesgo que representan los productos), hay que considerar que otro dato importante con el que se cuenta, es la bodega en el que se encuentran almacenadas las materias primas, que este es el resultado del análisis de inventario que se generó como punto de partida del estudio, esto básicamente ayuda a comprobar si los productos almacenados en un determinado lugar son o compatibles entre sí. No únicamente utilizando el criterio de que el producto debe ser almacenado lo más cerca posible al lugar donde va a ser utilizado; sino, deben ser almacenado en el lugar donde menos riesgo genere.

4. Para iniciar la comparación de compatibilidad, se genera un cuadro adicional que contenga la siguiente información: (como referencia se puede iniciar con el G1 – Bodega 1)

Clave de Acceso I	Clase UN	#Columna	Bodega	Posibilidad Almacenamiento
-------------------	----------	----------	--------	----------------------------

ANEXO 18. Calculador de Compatibilidad BODEGA 1

La Clave de acceso I, la Clase UN, y la bodega, son datos conocidos; ahora, el # de columna se lo determinará con ayuda del **ANEXO 16**. En el cual se le asignó un valor de acuerdo a la clase UN. Para mayor facilidad se puede utilizar la función BUSCARV.

5. A continuación se procede hacer la comparación de compatibilidades entre productos. Debe entenderse que el primero se comparará con el resto de productos, de igual manera el segundo y así sucesivamente, hasta que todos los ítems se hayan comparado unos con otros. Como se podrá ver en la **Figura16**, se compara compatibilidad entre el segundo y cuarto ítem, los que se ven resaltados en azul. Para esto se puede utilizar la función BUSCARV.

6. Esta búsqueda se la realiza en el **ANEXO 17**, en este caso primero ubica el producto dos y luego busca el valor del cuarto ítem. Y el color que resulte de esta coincidencia, representa la compatibilidad entre esos dos productos.

Nota.

Tanto la celda que contenga el valor de referencia, como el rango de referencia deben ser fijados, esto para evitar errores en la comparación.

PRODUCTO	CLASE	#columna	Galpón	Posibilidad Almacenamiento			
TF-479	NA	14	1,5	BLANCO			
TF-43	NA	14	1,5	BLANCO			
TF-3	NA	14	1,5	BLANCO	BLANCO		
TF-469	NA	14	1,5	BLANCO	=BUSCARV(\$X\$6;\$C\$8: \$S\$22;(X8+2); FALSO)	BLANCO	
TF-475	ND	15	1	BLANCO		BLANCO	BLANCO

CLASE	Icono	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLASE 4 EXPLOSIVOS		1	1	VERDE	ROJO	AMARILLO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	AMARILLO	AMARILLO	ROJO	BLANCO	BLANCO	BLANCO
CLASE 2 GASES COMPRIMIDOS		2	2.1	ROJO	VERDE	VERDE	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 3 LIQUIDOS INFLAMABLES		3	2.2	AMARILLO	VERDE	VERDE	AMARILLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	AMARILLO	VERDE	VERDE	VERDE	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 5 LIQUIDOS INFLAMABLES		4	3	ROJO	AMARILLO	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	VERDE	VERDE	VERDE	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 4 GASES INFLAMABLES		5	4.1	ROJO	VERDE	VERDE	AMARILLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	VERDE	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 4 GASES INFLAMABLES		6	4.2	ROJO	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	VERDE	VERDE	VERDE	AMARILLO	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	VERDE	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 4 GASES INFLAMABLES		7	4.3	ROJO	VERDE	VERDE	AMARILLO	VERDE	VERDE	VERDE	AMARILLO	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	VERDE	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 3 PEROXIDOS		8	5.1	ROJO	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	VERDE	VERDE	AMARILLO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 3 PEROXIDOS		9	5.2	ROJO	ROJO	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	VERDE	VERDE	AMARILLO	AMARILLO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 8 SOLIDOS Y VENENOS		10	6.1	AMARILLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	BLANCO	BLANCO	BLANCO								
CLASE 7 RADIOACTIVOS		11	7	AMARILLO	AMARILLO	VERDE	VERDE	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	VERDE	VERDE	AMARILLO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 9 CORROSIVOS		12	8	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	AMARILLO	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	VERDE	BLANCO	BLANCO	BLANCO	
CLASE 3 INFLAMABLES		13	9	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	VERDE	BLANCO	BLANCO									
		14	NA	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO									
		15	ND	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO									

BUSCARV

Valor_buscado: = 14

Matriz_buscar_en: = {1;1;"VERDE";"ROJO";"AMARILLO";"..."

Indicador_columnas: = 16

Ordenado: = FALSO

= "BLANCO"

Busca un valor en la primera columna de la izquierda de una tabla y luego devuelve un valor en la misma fila desde una columna especificada. De forma predeterminada, la tabla se ordena de forma ascendente.

Valor_buscado es el valor buscado en la primera columna de la tabla y puede ser un valor, referencia o una cadena de texto.

Resultado de la fórmula = BLANCO

[Ayuda sobre esta función](#)

Aceptar Cancelar

Rango de Referencia

FIGURA 16. Cálculo de Compatibilidad entre Productos

7. De esta manera se procede con cada una de las bodegas de almacenamiento y se informa al responsable de las mismas las observaciones que se obtienen con cada materia prima de acuerdo al color que se genere de la comparación. Recordado que los mismos nos indican que:

TABLA 1. Código de Colores para Matriz de Compatibilidad (Naciones Unidas)

	TOTALMENTE SEPARADO	Significa colocados en apartamentos separados o bodega aparte.
	SEPARADO DE	Significa colocados en distintos compartimientos. Puede requerirse una separación longitudinal o vertical constituida por un compartimiento intermedio completo.
	LEJOS DE	Significa que pueden estar colocados en el mismo compartimiento.
	NO SE RECOMIENDA SEPARACIÓN ESPECIAL	Consultar con el responsable del programa de manejo de productos químicos peligrosos.

ANEXO 19. Calculador de Compatibilidad. BODEGA 4

ANEXO 20. Calculador de Compatibilidad. BODEGA 5

ANEXO 21. Calculador de Compatibilidad. BODEGA 9

ANEXO 22. Calculador de Compatibilidad. BODEGA 10

ANEXO 23. Calculador de Compatibilidad. BODEGA 11

CAPÍTULO VI

6. ALMACENAJE MATERIAS PRIMAS

Una vez establecida la compatibilidad entre cada materia prima se procede con su almacenamiento.

Como se indicó en capítulos anteriores cumpliendo las reglas establecidas en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2266:2000.

Que establece entre los puntos más importantes lo siguiente.

1. De acuerdo al tipo de montacargas utilizado (combustión interna de 4 toneladas), el espacio entre callejones debe ser de 4 metros.

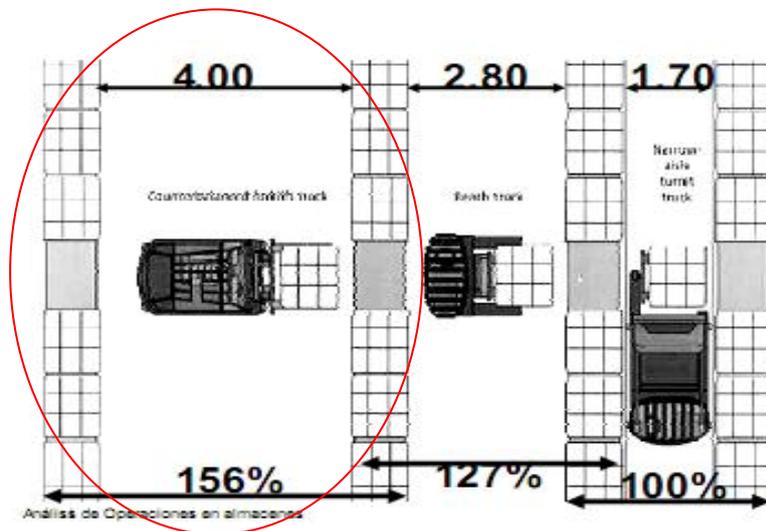


FIGURA 17. Tipo de Montacargas

2. El peso máximo por pallet es una tonelada.
3. La altura máxima por pallet con carga es de un metro, y puede almacenarse hasta una altura de 3 metros, dependiendo de las sugerencias establecidas por el proveedor.

4. Debe almacenarse máximo en grupos de dos compartimientos, su separación debe ser de 20 cm y de esta a un nuevo grupo de compartimientos debe ser de 60 cm.

5. La distancia de la pared a la carga es de 60 cm.

Tomando en cuenta estas consideraciones se procede con el almacenaje de las materias primas en las bodegas que corresponda y esto se podrá apreciar en los planos adjuntos a este trabajo.

ANEXO 24. Plano de Distribución BODEGA 1

ANEXO 25. Plano de Distribución BODEGA 4

ANEXO 26. Plano de Distribución BODEGA 5

ANEXO 27. Plano de Distribución BODEGA 10

ANEXO 28. Plano de Distribución BODEGA 11

CAPÍTULO VII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

- Para mantener un correcto registro de la información sobre la rotación de los productos se desarrolló una nueva matriz de planificación de fácil manejo y entendimiento.
- El resultado de los KanBanes arrojan información inmediata del estado en el que se encuentra un producto, esto dependiendo del consumo y el inventario en mano con el que se cuente.
- Se definieron los lead Time y Frecuencia de compra por fabricante y materia prima, mediante un el compromiso Cónдор – Proveedor a través de contratos de cumplimiento.
- Para optimizar el proceso de planificación para la compra de materias primas se seleccionó el Método de Arrastre utilizando KanBanes, lo datos obtenidos son los siguientes:

	INVENTARIO ACTUAL	SISTEMA DE ARRASTRE	DIFERENCIA	%
Inventario USD	6'250.000	4'303.000	1'947.000	31%
Inventario Ton	3.018	2.506	512	17%
# Pallets	3.640	2.607	1.033	28%
Área (m²)	1.831	1.357	474	26%
Materias Primas	408	344	64	16%

- Se generó nuevos layout de las bodegas 1, 4, 5, 10 y 11 mediante la aplicación de las normas de seguridad de las NACIONES UNIDAS (NTC 1692, NTE INEN 2266:2000) y NFPA 704, para salvaguardar la integridad física de los trabajadores de la planta y la comunidad.

8.2 Recomendaciones

- Mantener un registro adecuado de la información. Esto permitirá saber el número de órdenes generadas, los proveedores a los cuales se les ha solicitado el producto y sobre todo permitirá tener un control de los tiempos de producciones y las fechas aproximadas en las cuales debe ser embarcado el producto.
- Debe programarse la depuración del sistema de apoyo Bann (período sugerido por los usuarios y aprobado por gerencia – recomendable cada 3 meses como mínimo). Esto ayudará a que la información reflejada en él, sea confiable y las comprobaciones físicas se eliminen.
- Se debe establecer claramente los tiempos totales de proceso (Lead Time) y las frecuencias de pedido y llegada del producto, esto ayudará a determinar el nivel de inventario máximo y mínimo que debe mantenerse para cubrir los requerimientos de producción deseados.
- El detalle de los consumos debe obtenerse en lo posible a diario, esto dará una mejor visibilidad de lo que puede ocurrir, generando mayor oportunidad de reacción, evitando problemas de desabastecimiento.
- No se debe mantener niveles inventario mayores a los que refleja el KanBan Máximo, los indicadores están diseñados para mantener lo necesario de acuerdo a producciones establecidas.
- El planificador siempre tiene la potestad de definir la compra, pero es importante que ante cualquier decisión, se analice el tiempo de reacción, si existe o no pedidos en tránsito y sobre todo el inventario existente.
- Utilizar de la mejor manera la matriz diseñada, esto asegurará la confiabilidad en los resultados arrojados.

- Es importante que los resultados que se obtenga del nuevo sistema sean analizados. No se debe actuar de forma mecánica; sino lógica, saber el por qué de las cosas ayudan siempre a tomar la mejor decisión.
- En el tema del almacenaje. Si se requieren nuevos productos, utilizar el Calculador de Compatibilidad, hay que tener presente que no sólo se considera la cercanía al lugar donde van a ser utilizados; sino el riesgo que estos representan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] LOGÍSTICA

<http://www.monografias.com/trabajos15/logistica/logistica.shtml>

[2] FUNCIONES DE LA LOGÍSTICA

Administración y Logística en la Cadena de Suministros. 2^{da} ed. México: McGraw- Hill, 2007. pp. 26 - 30, 130 – 136.

[3] INVENTARIOS

<http://www.mitecnologico.com/Main/LaImportanciaDeLaLogistica>

<http://www.monografias.com/trabajos24/logistica/logistica.shtml>

[4] TIPOS DE INVENTARIOS

<http://www.monografias.com/trabajos42/inventarios/inventarios.shtml#objet>
<http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDeInventarios>

[5] ALMACENAMIENTO, MANEJO DE MATERIALES Y EMPACADO

http://www2.udec.cl/matpel/cursos/sustancias_peligrosas.pdf
www.slideshare.net/yolichavez/manejo-de-productos-quimicos

[6] MATRIZ DE COMPATIBILIDAD

<http://www.slideshare.net/yolichavez/manejo-de-productos-quimicos>

[7] CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS SEGÚN NFPA 704

www.buenastareas.com/.../manejo-de-productos-químicos

[8] SIX SIGMA “6σ”

F:\información\Seis Sigma - Wikipedia, la enciclopedia libre.mht
<http://www.onesixsigma.com/node/7630>

[9] KANBAN

<http://www.monografias.com/trabajos37/kanban/kanban2.shtml>

Shingō, Shigeo. A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint (Produce What is Needed, When It is Needed). Estados Unidos: Productivity Press, 1989. pp. 228.

[10] OBJETIVOS DE KANBAN

www.infocomarsa.net/biblioteca/KanBan.pdf

Elwood S, Buffa. Sistemas de Producción. Planeación y Control. México: Limusa, 1992. pp. 17 - 51

[11] FUNCIONES DE KANBAN

www.canieti.org/assets/files/204/manufactura_esbelta.pdf

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/kanbanuch.htm>

[12] ESTRATEGIA “PUSH” EMPUJE (ESTRATEGIA HACIA LOS CANALES DE DISTRIBUCIÓN)

Publicación de Business Book Estrategias de Push & Pull , Boletín 58

BIBLIOGRAFÍA

Donald J, Bowersox. Administración y Logística en la Cadena de Suministros. 2^{da} ed. México: McGraw- Hill, 2007.

Elwood S, Buffa. Sistemas de Producción. Planeación y Control. México: Limusa, 1992.

Kjell Magnusson. Seis Sigma. Una Estrategia Pragmática. España: Tiranth Lo Blanch, 2006.

Shingō, Shigeo. A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint (Produce What is Needed, When It is Needed). Estados Unidos: Productivity Press, 1989.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana 2266:2000. Ecuador: INEN, 2000.

Naciones Unidas / ICONTEC. Norma Técnica 1692. Colombia: ICONTEC, 201.0

National Fire Protection Association. Norma 704. Estados Unidos: NFPA, 2011.

LINKOGRAFÍA

LOGÍSTICA

<http://www.monografias.com/trabajos15/logistica/logistica.shtml>

<http://www.mitecnologico.com/Main/LaImportanciaDeLaLogistica>

<http://www.monografias.com/trabajos24/logistica/logistica.shtml>

2010/09/16

SIX SIGMA

F:\información\Seis Sigma - Wikipedia, la enciclopedia libre.mht
<http://www.onesixsigma.com/node/7630>

2011/01/08

INVENTARIO

www.canieti.org/assets/files/204/manufactura_esbelta.pdf
<http://www.monografias.com/trabajos42/inventarios/inventarios.shtml#objet>
<http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDeInventarios>

2011/01/13

SISTEMAS PULL- PUSH

Publicación de Business Book Estrategias de Push & Pull , Boletín 58

2011/03/15

KANBAN

<http://www.monografias.com/trabajos37/kanban/kanban2.shtml>
www.infocomarsa.net/biblioteca/KanBan.pdf
<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/kanbanuch.htm>

2011/03/16

MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS

http://www2.udec.cl/matpel/cursos/sustancias_peligrosas.pdf
www.slideshare.net/yolichavez/manejo-de-productos-quimicos
<http://www.slideshare.net/yolichavez/manejo-de-productos-quimicos>
www.buenastareas.com/.../manejo-de-productos-químicos

2011/11/08

