



300617
24
vej

UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**DISEÑO PRELIMINAR DE UN CENTRO
DE CONSOLIDACION PARA PIEZAS DE
MONTAJE EN UNA EMPRESA AUTO-
MOTRIZ**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**CON AREA PRINCIPAL EN:
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A :
SACRAMENTO MANUEL LICEA VEGA**

DIRECTOR DE TESIS: ING. ENRIQUE GARCIA DELGADO



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pág.
Introducción.....	1
Capítulo I	
Antecedentes Logísticos.....	7
1.1. Objetivos de la Empresa Automotriz.....	7
1.2. Problemática de la Situación Actual.....	9
1.2.1. Almacenamiento y Suministro.....	10
1.2.2. Control de Producción e Inventarios.....	11
1.2.3. Producción.....	12
1.3. Modelo Logístico Propuesto.....	12
1.4. Situación Física Actual de la Planta.....	16
1.4.1. Proceso Productivo.....	16
1.4.2. Transporte Externo.....	19
1.4.3. Transporte Interno.....	20
1.4.4. Sistema de Suministro de Materiales	
Actual.....	22
Capítulo II	
Operativa General del Centro de Consolidación.....	24
2.1. Definición.....	24
2.2.1. Objetivos Funcionales.....	25
2.2. Características Básicas.....	25
2.3. Puntos Fuertes del Centro de Consolidación....	29
2.4. Condicionales de Implantación del Centro	
de Consolidación.....	29
2.5. Selección de Piezas para el Centro de	
Consolidación.....	30

I N D I C E

	Pág.
2.5.1. Criterios de Selección de Piezas.....	31
2.6. Ubicación del Centro de Consolidación.....	32
2.7. Localización del Centro de Consolidación Dentro del Recinto de la Planta Automotriz.....	34
2.8. Centro de Recepción de Contenedores.....	37
2.9. Lay-out Conceptual del Centro de Consolidación	38
 Capítulo III	
Teorías de Suministro a Línea de Montaje.....	44
3.1. Justo a Tiempo (Just in Time).....	44
3.2. Kan-Ban.....	46
3.3. Secuenciación.....	50
 Capítulo IV	
Propuesta del Medio de Transporte de Suministro a Línea de Montaje.....	56
4.1. Alternativa Modular.....	56
4.1.1. Operativa de Suministro Simple.....	59
4.1.2. Operativa Esquemática de Suministro con Doble Dispositivo.....	63
4.2. Alternativa Vagones.....	64
4.2.1. Operativa de Suministro Simple.....	68
4.2.2. Operativa Esquemática de Suministro con Doble Dispositivo en Carro/plataforma..	69
4.2.3. Operativa Esquemática de Suministro con Doble Dispositivo en Plataforma.....	70

I N D I C E

Pág.

Capitulo VI	
Operativa Detallada de Suministro a Linea de Montaje de Familias Prototipo.....	90
6.1. Familia Juntas de Linea FBU.....	90
6.1.1. Descripción.....	90
6.1.2. Referencias.....	90
6.1.3. Suministro.....	91
6.1.3.1. Forma de Suministro.....	91
6.1.3.2. Petición de Suministro a Linea de Montaje.....	95
6.1.3.3. Preparación del Dispositivo...	96
6.1.3.4. Alternativa de Transporte.....	96
6.1.3.5. Area Disponible en Punto de Uso	97
6.1.3.6. Frecuencia de Suministro.....	99
6.1.3.7. Identificación de Dispositivos Vacios.....	99
6.2. Familia Volantes de Linea NAL.....	100
6.2.1. Descripción.....	100
6.2.2. Referencias.....	100
6.2.3. Suministro.....	101
6.2.3.1. Forma de Suministro.....	101
6.2.3.2. Momento de Petición.....	104
6.2.3.3. Distribución de Ordenes de Secuenciacion en Centro de Consolidación.....	105
6.2.3.4. Preparación del Dispositivo...	105

I N D I C E

	Pág.
6.2.3.5. Alternativa de Transporte.....	106
6.2.3.6. Dispositivo para Suministro Secuenciado.....	106
6.2.3.7. Area Disponible en Punto de Uso	106
6.1.3.8. Frecuencia de Suministro.....	109
Conclusiones.....	111
Bibliografia.....	115

Introducción

Cuando las fábricas eran nuevas y más pequeñas, el proceso de recepción, almacenamiento y expedición de materiales era simple y poco costoso. En cuanto se recibían los materiales y componentes se transportaban y almacenaban cerca del proceso en el que se utilizaban. Así los operarios y montadores tenían los materiales a la mano, podían ver todos los materiales utilizados, controlar su disponibilidad y avisar de antemano sobre posibles faltantes.

A medida que las fábricas crecían, aumentaba el número de materiales y componentes, y se necesitaba mucho personal para controlar el inventario y hacer los pedidos de materiales.

La información sobre el inventario disponible no era exacta debido a la magnitud y complejidad de la fábrica. Ya no era práctico comprobar personalmente la situación del inventario en relación con su uso en producción.

Llegando a este punto, muchas fábricas decidían que era necesario desarrollar una función para almacenar materiales. Para impedir a los trabajadores llevarse los materiales del almacén sin comprobantes formales, se construyeron paredes o

vallas entre la nueva área de almacenamiento y las instalaciones de producción.

Producción ya no podía seguir fabricando piezas utilizando los materiales almacenados junto a la línea; tenía que solicitarlos al almacén. De este modo se incrementó la inversión total en inventario, ya que se necesitaba más tiempo para dar recepción al material en los almacenes, almacenarlo y luego despacharlo a fabricación.

Además se unía al negocio un pequeño ejército de personal (y sus costos asociados): jefes de almacén, operarios de proceso de datos para emitir comprobantes; personal para el desarrollo, explotación y mantenimiento del sistema; empleados de almacén y conductores de montacargas para transportar los materiales desde áreas de recepción hasta las de producción.

La evolución de los almacenes en la actualidad es de vital importancia para cualquier fábrica, el siguiente estudio se realizó dentro de una empresa automotriz que al igual que otras fábricas productoras sus almacenes han ido evolucionando y con ello los costos de sus sistemas logísticos también.

La dirección de la empresa automotriz prevé la concentración de la producción de una nueva línea en su

planta para 1992 con ello los problemas estructurales y la búsqueda de una solución logística a corto plazo se hacen más patentes.

El trabajo de tesis desarrollado en las siguientes páginas provee una solución tentativa a la problemática logística de la empresa automotriz a través del diseño de un Centro de Consolidación como la mejor solución a corto plazo aplicando los conceptos básicos de la Ingeniería Industrial.

El objetivo general que se pretende alcanzar en la tesis es el realizar el diseño conceptual de un Centro de Consolidación de piezas específicas de montaje basado en determinadas teorías de suministro; siendo la primer etapa de una planeación fina e implantación del Centro de Consolidación que prestará servicios a una empresa automotriz.

La justificación e importancia del tema seleccionado es alcanzar los objetivos de la empresa automotriz a corto plazo para el cual será diseñado el Centro de Consolidación, siendo este proyecto de tesis un primer trabajo de servicio profesional, además el proyecto es una clara aplicación de los principios básicos de la Ingeniería Industrial.

La primer pregunta tal vez que salta al lector es porque un Centro de Consolidación de materiales es la mejor

opción logística y no otras teorías de suministro, el primer capítulo "Antecedentes Logísticos" pretende exponer las conclusiones de una revisión realizada a la empresa automotriz mostrando sus principales problemas sin entrar en detalles; también se realizó el primer bosquejo de alternativas solución, además se presenta la situación actual lo más sencilla posible por la complejidad que conlleva una planta automotriz.

Otra de las preguntas que el lector tenga en mente es ¿Qué es un Centro de Consolidación?; como respuesta a ello se desarrollo el capítulo II " Operativa General del Centro de Consolidación " para definir los parámetros preliminares funcionales del Centro de Consolidación en espera de la aprobación por parte de la empresa automotriz para continuar con una planeación fina posterior, y definición de la operativa formal de funcionamiento.

La organización interna de un Centro de Consolidación es un elemento clave, sin embargo, esto podría ser tema para el desarrollo de un nuevo proyecto de tesis por ello solo se limitó el proyecto al suministro de piezas a líneas de montaje como tema primordial.

Como el medio de transporte de piezas a línea de montaje es uno de los factores claves para el funcionamiento del Centro de Consolidación en el interior de la planta; se

desarrollo un capítulo para presentar diferentes alternativas de transporte.

Para el adecuado suministro a línea de montaje los fundamentos teóricos presentados forman parte de los principios básicos de la Ingeniería Industrial con ello se hace patente los servicios que puede presentar un profesionalista en el área del manejo de materiales a una empresa, en el caso de este proyecto se selecciono una empresa del ramo automotriz.

El funcionamiento del Centro de Consolidación basado en las teorías de suministro el de vital importancia por ello se desarrollo una operativa física preliminar en espera de la aprobación por parte de la empresa automotriz y posteriormente pasar a la etapa de planeación fina e implantación.

Es relevante la aplicación de las teorías de suministro que deberán estar compaginadas con los conceptos desarrollados en la operativa física preliminar por ello se desarrollo una aplicación prototipo a conjuntos de piezas, esto serán los ejemplos base para el desarrollo de futuras operativas para los demás conjuntos de piezas que sean considerados dentro del Centro de Consolidación.

La modalidad como se apliquen las teorías de suministro a otros conjuntos de piezas podrá cambiar porque las características logísticas de cada una son variables, sin embargo las posible modificaciones deberán continuar con el esquema básico propuesto para el correcto funcionamiento del Centro de Consolidación.

Capítulo I

Antecedentes Logísticos

1.1. Objetivos de la Empresa Automotriz

El inicio del siguiente estudio de tesis requirió de una revisión previa de la planta. El objetivo de dicha revisión ha sido entrar en contacto con la problemática de la planta, particularmente en relación al proyecto de Reestructuración Industrial de la empresa automotriz, con el objeto de plantear un enfoque de colaboración para diseñar y poner en marcha las soluciones más adecuadas para dicha problemática.

La empresa automotriz en la actualidad cuenta con tres diferentes tipos de autos dentro del mercado de los siguientes países: U.S.A., Canadá y México. Los tipos de autos son denominados dentro de la planta de la empresa automotriz por las siguientes claves que corresponden a cada tipo: T1, T2 y A2.

La dirección de la empresa automotriz ha decidido concentrar toda la fabricación de un nuevo tipo de auto denominado "A3" en su planta de México, con fecha prevista para Enero de 1992. Está es la razón primordial de la

creación del proyecto de Reestructuración Industrial de la empresa automotriz, anteriormente mencionado.

La concentración de la fabricación del nuevo tipo de auto prevé:

Todo el suministro de vehículos del tipo "A3" al mercado se realizará desde México.

Un incremento de producción en 1992 con respecto a lo previsto en 1990 del orden del 37 %.

Miles de unidades/año

<u>Línea</u>	<u>Año 90</u>	<u>Año 92</u>
A2 (NAL)	50	--
A2 (EXP)	62	--
A3	--	220
T1	96	70
T2	10	10
	=====	=====
	218	300

Teniendo en cuenta el objetivo de la empresa automotriz, los problemas estructurales con los que ha

estado y está conviviendo la planta se hacen más patentes como son:

- + Elevados niveles de inventario de materias primas y componentes de compra, agravados por la necesidad de habilitar espacio en planta para las nuevas líneas.

Ejemplo:

Contenedores en zonas inadecuadas con peligro para los materiales y personas.

- + Importante volumen de vehículos inacabados por falta de materiales ocasionando:

Impacto en el nivel de servicio (posibles pérdidas en ventas).

Superficie ocupada en planta.

Por lo cual se creo la necesidad de acometer en forma rigurosa el proyecto de Reestructuración Industrial que permitá alcanzar los objetivos de la dirección optimizando la utilización de sus recursos.

1.2. Problemática de la Situación Actual.

La problemática de la situación actual se puede resumir en algunos de los problemas detectados en áreas analizadas que se exponen a continuación:

Almacenamiento y Suministro.

Control de Producción e Inventarios.

Producción.

1.2.1. Almacenamiento y Suministro.

Sobresaturación de la superficie dedicada a almacenamiento debido a los niveles actuales de inventario.

Necesidad de habilitar nuevas superficies que permitan:

- + Absorber el incremento de producción previsto**
- + Cumplir con el objetivo de eliminar los almacenes no destinados a la fabricación propia.**

Problemática de tráfico interno, principalmente transporte pesado, concentrado en áreas específicas no autorizadas.

Envió equivocado de materiales a líneas de montaje.

Baja respuesta del almacén a las solicitudes de suministro de las líneas de montaje.

1 día de respuesta

Ubicación dispersa de almacenes que convergen en una misma línea de montaje.

1.2.2. Control de Producción e Inventarios

Desconocimiento de la existencia real de planta:

- + Ubicación de contenedores.
- + Contenido de contenedores.
- + Actualización periódica de existencias.

Dificultad en el control de las existencias en tránsito.

1.2.3. Producción

Importante volumen de retrabajos (aproximadamente 20% en pintura).

Aproximadamente el 70% de las unidades salidas de línea de montaje son incompletas por falta de materiales.

1.3. Modelo Logístico Propuesto

El enfoque recomendado por el siguiente proyecto de tesis es abordar la problemática planteada a través del siguiente frente de actuación.

" Optimización del modelo logístico "

El objetivo es la optimización de la cadena logística en su globalidad, y no en la de elementos individuales. Adicionalmente a este objetivo global se pretende.

Eliminación de operaciones que no agregen valor al producto.

Reducción del nivel global de inventario proveedor/cliente.

Asegurar el suministro en secuencia del material a los puntos de consumo, línea de montaje específicamente.

Los pasos a seguir para desarrollar el modelo logístico se basa en:

Los tipos de suministro aplicables por tipo de artículo deben tener como objetivo: la filosofía de suministro de justo a tiempo (just in time o "JIT").

Realizar un impacto en proveedor y producción en lo que se refiere a:

- + Organización y adaptación del modelo productivo.
- + Almacenamiento.
- + Transporte a línea de montaje.

El principal factor a considerar en la elección del tipo de suministro es la procedencia del proveedor. La procedencia se divide en:

(ver tabla en siguiente página)

	Participación
Material Nacional (Proveedor Nacional)	14%
Material de Cías. Afiliadas	59%
Alemania (Proveedor "CKD")	90%
Brasil	7%
Canadá	3%
Material importado de terceros (Proveedor directo)	27% =====
Total	100%

A continuación se presenta la relación de alternativas de suministro:

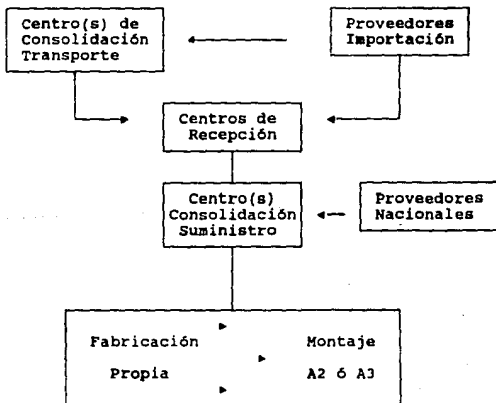
Tipo de Suministro	Alternativas	Observaciones

No Secuenciado (a montaje)	<ul style="list-style-type: none"> * Kan-Ban en Punto de Montaje - procedencia del proveedor. - procedencia Centros de Consolidación. 	Impacto en la organización física de las líneas de montaje
	* Secuenciación en Línea	
Secuenciado (a montaje)	<ul style="list-style-type: none"> * Justo a Tiempo de Fabricación - Reorganización planta actual del proveedor - construcción nueva planta 	No recomendable para la mayoría de los artículos

(continuación de tabla en siguiente página)

Tipo de Suministro	Alternativas	Observaciones
Secuenciado (a montaje)	<ul style="list-style-type: none"> * Justo a Tiempo de Suministro - Reorganización de almacén, fábrica actual del proveedor - Construcción/alquiler almacén - Centros Consolidación + inventario y secuencia + solo inventario 	<p>Alternativa claramente aplicable</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Centros de Consolidación</div>

El Esquema Conceptual del nuevo modelo logístico propuesto es el siguiente:



1.4. Situación Física Actual de la Planta.

La situación actual será representada gráficamente de tal manera se mostrarán las zonas productivas o líneas de montaje, los almacenes, accesos principales a planta. Las naves en el interior de la planta son identificadas por números. (ver figura 1.1.)

1.4.1. Proceso Productivo.

El montaje de autos se divide en 4 etapas básicas las cuales son:

- + Prensas.
- + Hojalatería.
- + Pintura.
- + Montaje.

Prensas:

etapa donde son troquelados los componentes de fabricación propia que forma el cuerpo del automóvil, dicha etapa es común para todos los autos.

Hojalatería:

etapa donde son ensamblados los componentes metálicos para formar el cuerpo del automóvil, dicha etapa se divide por tipo de línea.

DIAGRAMA DE SITUACION FISICA

ACTUAL

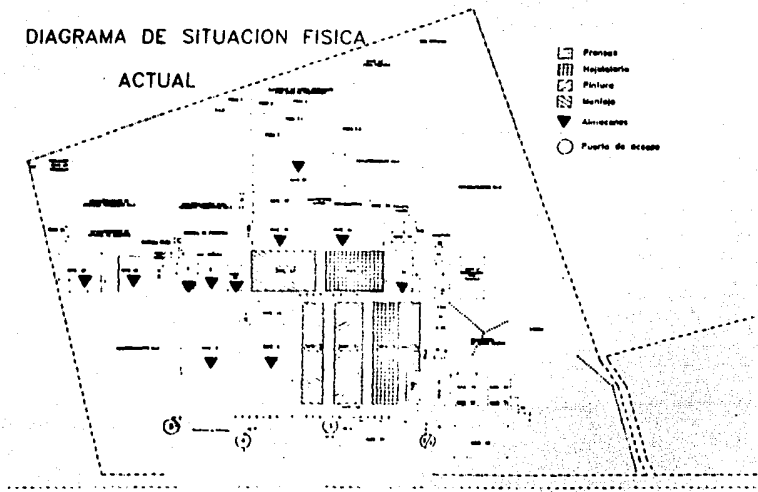


Figura 1.1.

Pintura:

etapa donde el cuerpo del automóvil es pintado de algún color determinado, dicha etapa se divide por tipo de auto.

Montaje:

etapa productiva principal donde son ensamblados los componentes y submontajes al cuerpo del automóvil, dicha etapa se realiza por línea.

Más del 75% de los componentes de compra son ensamblados al automóvil en esta etapa. Por ello el proyecto de la tesis se enfoca solamente a la etapa de montaje dada su importancia.

Tabla de ubicación de naves por
etapa y tipo de auto

Etapa	T1	T2	A2
Prensas	1	1	1
Hojalatería	2	2	2 y 8
Pintura	3	3	3
Montaje	21	21	4

(ver ubicación de las naves en la figura 1.1.)

Tabla de Accesos a Planta

Puerta	Descripción
1	Vehículos de empleados y camiones.

Puerta	Descripción
2	Vehículos de empleados, flete aéreo con láminas, todo tipo de camión y camionetas con materiales productivos (excepto lámina).
3	Acceso Peatonal.
4	Camiones con personal de planta
5	Camiones con lámina, nodrizas con autos y Traileres (ver ubicación en la figura 1.1.)

1.4.2. Transporte Externo

Los tipos de transportes utilizados por los proveedores extranjeros son:

Contenedores. Utilizado cuando las piezas son transportadas por buque con origen en Alemania y Brasil.

Flete Aéreo. Tipo de transporte utilizado para piezas urgentes.

Trailer o Tren son transportadas por tierra de origen Canadá y U.S.A.

Los tipos de transportes utilizados por proveedores nacionales son camiones, camionetas de 3 toneladas y Trailerres.

1.4.3. Transporte Interno

El transporte utilizado en el interior de la planta de la empresa automotriz se compone del siguiente equipo:

Tractores con plataforma:

medio de transporte de dispositivos, es decir, utilizado para mover dispositivos de una nave a otra. Dispositivo es la denominación de todo aquello utilizado como contenedor de piezas, puede ser móvil (carros) o estático (cajas, rejillas, etc.).

Tracto-auto:

es un auto modificado para transportar dispositivos con ruedas propias (carrillos) de una nave a otra.

Montacargas:

medio de transporte de dispositivos en el interior de una nave o para distancias menores de 5 Km.

Combis adaptadas:

Medio de transporte de dispositivos con piezas urgentes en el proceso de la línea de montaje.

Vehículos auxiliares:

Transporte de servicios como son bomberos, ambulancias, limpia calles, etc.

Producto Terminado:

es considerado como transporte interno porque los autos terminados son manejados en el interior de la planta uno a uno. A continuación se presenta el flujo del producto terminado de la línea A2, la cual es motivo de nuestro estudio de tesis (ver figura 1.2.).

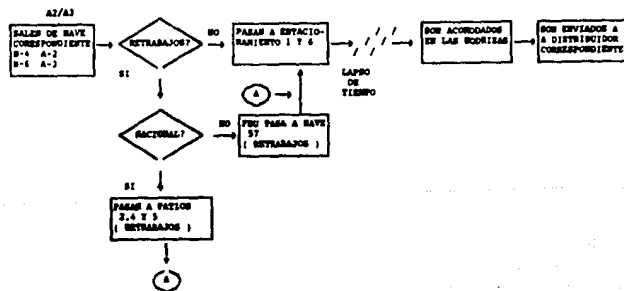


Figura 1.2.

1.4.4. Sistema de Suministro de Materiales Actual.

La línea de montaje está determinada por una cadena transportadora de automóviles denominada "power and free". El área a lo largo de la cadena a su vez se divide en superficies modulares y consecutivas, donde se realizan procesos productivos de montaje, llamadas tactos. Los tactos se encuentran numerados progresivamente y determinan la ubicación de los materiales así como también la jerarquía de montaje de los componentes del auto. Existe la política de mantener un dispositivo por referencia. Referencia es el número de parte de una pieza de acuerdo a la versión del auto. El operador selecciona la referencia que será montada al automóvil.

El Suministro actual de materiales a línea de montaje se realiza con ordenes de suministro denominadas cheques. La elaboración de los cheques está acargo del Seguidor de Materiales, persona que da seguimiento al inventario en proceso de materiales y que tiene a su cargo un número determinado de referencias.

El Seguidor deberá revisar el inventario en proceso y elaborar los cheque necesarios, entregar al Supervisor de Suministros quién los clasifica por almacén y los envía. El almacén envía el material correspondiente en tractores. Los tractores descargan con montacargas los dispositivos en la

zona de suministros. Zona de suministro es un almacén transitorio donde se colocan los dispositivos que están en espera de ser enviados a línea de montaje; la ubicación de la zona de suministro es en la misma nave de la línea correspondiente y existe una para cada línea.

El Supervisor de Suministro informa al montacarguista el tacto donde se ubicará el material. El montacarguista acerca el material al tacto y el Seguidor de Materiales se encargará de colocarlo desplazando el dispositivo vacío y colocando el lleno utilizando un patín hidráulico o traspaleando las piezas. Traspaleo es la acción de cambiar las piezas de un dispositivo a otro de forma manual (acarreo de piezas).

Capítulo II

Operativa General del Centro de Consolidación

El Centro de Consolidación es la alternativa logística seleccionada para solventar la producción a mediano plazo de la empresa automotriz. El objetivo del siguiente capítulo es definir los lineamientos funcionales de un Centro de Consolidación

2.1. Definición

Debe entenderse por Centro de Consolidación como: Centro logístico de almacenamiento de partes de compra las cuales son propiedad del proveedor (al menos funcionalmente cuando no existan problemas legales). Son partes cuyo almacenamiento es exclusivo en este centro y el suministro a línea puede ser secuenciado o no. La gestión de este centro puede ser delegada a un tercero.

La lógica de almacenamiento en el Centro de Consolidación es específica para cada tipo de parte, convirtiéndose así en un conjunto de almacenes especializados

(ver diagrama conceptual en la figura 2.1.)

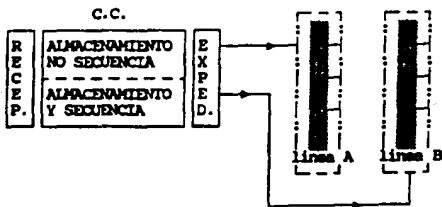


Figura 2.1.

2.1.1. Objetivos Funcionales

Los objetivos primordiales del Centro de Consolidación son:

Obtener un suministro a línea cercano al Justo a Tiempo (JIT) en familias de parte cuyos proveedores están demasiado distantes.

Transferir al proveedor los inventarios de materia prima o componentes.

Transferir a un tercero la custodia y manejo de los almacenes

2.2. Características Básicas

Proximidad del Proveedor

El Centro de Consolidación como modelo logístico es aplicable para cualquier proveedor y es el único posible para proveedores lejanos.

Propiedad del Material

Salvo donde existan problemas legales y/o fiscales la propiedad del material es del proveedor hasta su entrega a líneas de montaje. El material esta en depósito en el Centro de Consolidación.

Consolidador

Es el responsable de la gestión del centro, es un tercero cuya principal labor es la custodia del material y su suministro a línea.

Un objetivo a largo plazo del Consolidador es asumir el seguimiento de las entregas, las requisiciones de material, pero nunca el convertirse en un intermediario que compre todo el material para revenderlo a la empresa automotriz, ya que esto podría crear un matiz que pondrá, potencialmente, ser muy incomodo en negociaciones con la empresa automotriz.

Entrega a Líneas de Montaje

EL Consolidador entrega el material directamente en el punto de uso siempre que esto sea posible mediante un transporte común para varias referencias. Como objetivo el transporte no contará con ninguna ayuda externa para depositar el material en su destino.

Sistemas de Información

El desarrollo de las funciones del Centro de Consolidación necesita un adecuado soporte informático fundamentalmente en las siguientes áreas:

Control y Gestión de los inventarios en el Centro de Consolidación

Recepción de peticiones de material desde la empresa automotriz.

Intercambio de información de los sistemas de la empresa automotriz y de proveedores

Contabilidad y Finanzas de la empresa consolidadora.

**Grado de Compromiso proveedor-empresa automotriz /
consolidador-empresa automotriz**

El grado de compromiso entre la empresa automotriz y los proveedores no tiene porque ser muy diferente al actual.

Debe establecerse, sin embargo, un compromiso a medio plazo con el Consolidador para garantizar su continuidad durante un tiempo mínimo.

Es recomendable contar con diferentes Consolidadores en caso de coexistir dos o más Centros de Consolidación, lo cual amplía el poder negociador de la empresa automotriz.

Relaciones Contractuales

En esta alternativa sería necesario, en función de los compromisos a fijar entre las diferentes partes, establecer las correspondientes relaciones contractuales entre:

- * Empresa automotriz y los Proveedores.
- * Empresa automotriz y Consolidador.
- * Consolidador y los Proveedores.

2.3. Puntos Fuertes del Centro de Consolidación

El material de compra no es propiedad de la empresa automotriz hasta el momento de su uso.

Delegación de responsabilidades en un tercero.

Posibilidad de involucrar al proveedor en los intereses logísticos de la empresa automotriz.

El almacenamiento lo realiza un especialista.

Factibilidad de reducir los niveles de inventario.

Control de existencias más simple y eficaz.

Potencial reducción de piezas dañadas y obsoletas.

Reducción de autos con faltantes.

2.2. Condicionales de Implantación del Centro de Consolidación

Adecuada selección de tercero (consolidador) como base de funcionamiento.

Necesidad de delimitar perfectamente responsabilidades.

Complejidad en las relaciones sindicales.

Necesidad de establecer una relación basada en la confianza con el suficiente respaldo informático.

Problemas legales y/o fiscales con las piezas de importación.

2.5. Selección de Piezas para el Centro de Consolidación

Las premisas que deberán seguirse para la selección de piezas serán las siguientes:

La selección de piezas deberá hacerse por familias para facilitar la organización del Centro de Consolidación; optimizar el proceso de almacenaje y suministro a línea.

En lo siguiente deberá entenderse por Familia al conjunto de piezas que presentan cierta analogía entre sí en lo referente a sus usos o forma física. Por ejemplo, todos los modelos distintos de volantes representan una familia porque la forma es similar (circular) y el uso es el mismo en cada automóvil.

Las ventajas más importantes de un Centro de Consolidación se consiguen con piezas de proveedor externo que tienen origen diverso y presentan un tratamiento de suministro a línea diferente.

Las piezas de fabricación propia pueden manejarse a través de otro modelo logístico que facilite su suministro. Por ejemplo, almacenes distribuidos o almacenes en punto de uso.

Dado que la mayoría de las parte se incorporan en las líneas de montaje, para el primer Centro de Consolidación solo se considerarán piezas con destino a montaje, de este modo, el flujo resultante podrá optimizarse al máximo.

2.5.1. Criterios de Selección de Piezas

Todas las piezas deberán ser seleccionadas con los siguientes criterios:

Principales piezas que son
faltantes de elevada frecuencia

Piezas con alto costo de inventario

Piezas con elevado nivel de
manipulación

Tabla de Beneficios

Criterio	Beneficio Esperado
Faltantes	Reducir el número de vehículos incompletos gracias al mejor control de los flujos de material e información.
Costo	Reducir los costos financieros del inventario acumulado.
Manipulaciones con	Simplificar los flujos de material e inventario tanto de los componentes flujo más complejo, como de las que incorporan un mayor valor añadido.

2.6. Ubicación del Centro de Consolidación

La ubicación del Centro de Consolidación fue establecida por la empresa automotriz. En este trabajo de tesis no serán desarrollados los parámetros que llevaron a ubicar el Centro de Consolidación dentro del recinto de la planta automotriz, solo serán explicados los motivos que llevaron a ubicarlo en el interior.

Las ventajas de la selección de la ubicación del Centro de Consolidación dentro del recinto de la empresa automotriz son las siguientes:

Simplificación de flujos y medios de transporte interno.

Simplificación de la operativa de funcionamiento.

Mínimo tiempo de respuesta del suministro como un acercamiento a la teoría de Justo a Tiempo.

Mantener vigente el concepto de Depósito Industrial (DIN) en caso de prever al Consolidador como una empresa filial. Las importaciones que se realizan bajo DIN corresponden a bienes, que se transformaran o se cambiaran y posteriormente se venderán en México o se retornarán al extranjero; o bien de aquellas como en el caso de las refacciones no sufran transformación y se destinaran al mercado nacional. La ventaja primordial en que solo las piezas que se venden al mercado nacional pagan un impuesto determinado.

Los inconvenientes principales son los siguientes:

Impacto en tráfico externo no con el Centro de Consolidación.

Relación más estrecha con Consolidador.

- * posibles problemas laborables.
- * amortización del inmueble.

Limitación actual de espacio

- * posible traslado de otras áreas de la planta

2.7. Localización del Centro de Consolidación Dentro del Recinto de la Empresa Automotriz

No es objetivo de la tesis realizar el estudio de la localización del Centro de Consolidación dentro de la planta, sin embargo, es de vital importancia identificar dicha localización para conocer los objetivos del diseño del medio de transporte desde el Centro de Consolidación a la línea de montaje.

La localización fue seleccionada por la empresa automotriz. El Centro de Consolidación funcionará en el interior de la nave 29 (ver figura 2.2.)

(ver figura 2.2. en siguiente página)

LOCALIZACION DEL CENTRO
DE CONSOLIDACION

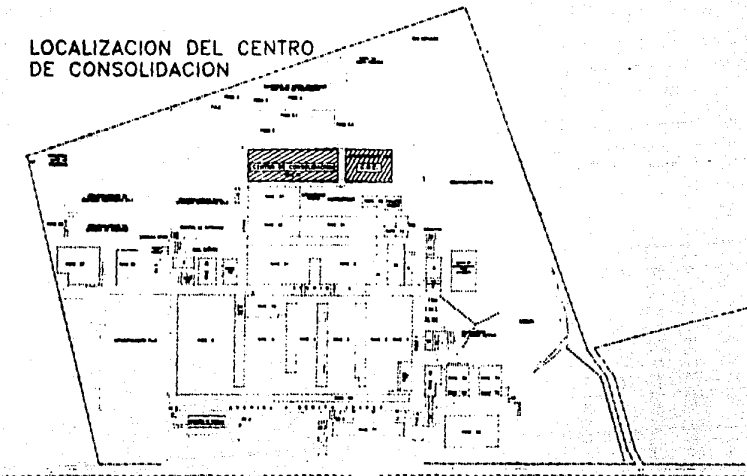


Figura 3.2.

Las ventajas principales que llevaron a seleccionar dicha localización fueron:

Edificación e instalaciones ya existentes.

Posibilidad de acceso de transporte pesado totalmente independiente del resto.

Los flujos de materiales no se cruzan.

Existencia de área disponible, no edificada para posible expansión.

Utilidad definitiva para una nave creada como acción a corto plazo.

Posibilidad de puesta en marcha inmediatamente gracias a que la edificación ya esta terminada.

Cercanía del Centro de Recepción de Materiales donde realizaran el tendido de materiales y la distribución de los mismos.

Los inconvenientes de dicha localización son:

Necesidad de cruzar la vía férrea

Alternativa distante al punto de uso.

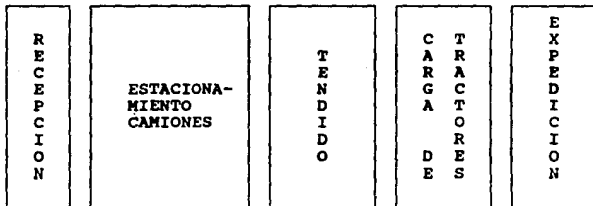
Necesidad de habilitación de calles/pasos especiales.

- * cruce de vía férrea.
- * ampliaciones de pasos existentes.

Necesidad de exponer caminos alternativos para cuando se estacione el tren.

2.8. Centro de Recepción de Contenedores

El Centro de Recepción de Contenedores (C.R.C.) será la entidad de la planta que reciba los contenedores y realice la distribución de los dispositivos. El funcionamiento conceptual del C.R.C. será el siguiente:



RECEPCION:

Trámites administrativos, cambios del estado del material. Se puede realizar en la caseta de control de acceso.

ESTACIONAMIENTO CAMIONES:

Lugar de espera (objetivo menor de una hora) de los camiones hasta el momento de ser atendidos para iniciar la descarga. Se les asignará hora y lugar de descarga.

TENDIDO:

Zona de tendido de contenedores para su posterior descarga.

CARGA DE TRACTORES:

Colocación del material sobre las plataformas que los transportarán la punto de uso.

EXPEDICION:

Liberación de trámites administrativos de expedición.

Conceptualmente puede dividirse el lay-out teórico del Primer Centro de Consolidación en las siguientes áreas (ver figura 2.3. como referencia de las áreas):

Recepción:

- Centralización organizativa
- Descentralización física

(R1) Material Nacional:

muelles de descarga a lo largo de las fachadas del Centro de Consolidación. Los camiones descargan el material en el muelle más próximo a su punto de almacenamiento.

(R2) Material "CKD":

varias zonas de descarga de tractores con plataforma en el interior de la nave.

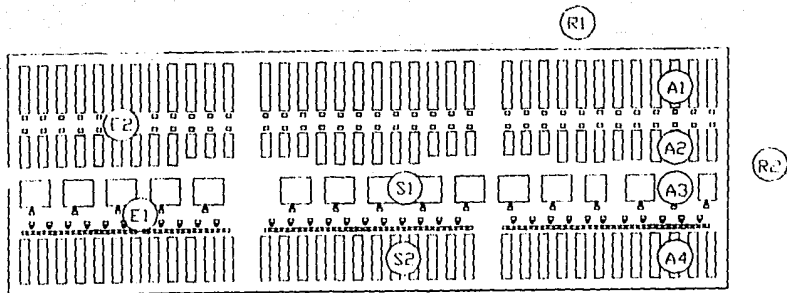
Almacenamiento:

- Separación según forma de suministro/destino

- (A1) Material no secuenciado nacional.**
- (A2) Material no secuenciado origen CKD.**
- (A3) Material secuenciado específico.**
- (A4) Material secuenciado común.**

Se recomienda colocar en estantería convencional A1, A2, A4 y en estantería dinámica A3.

FIGURA 2.3.



ZONAS REFERENCIADAS DEL PRIMER
CENTRO DE CONSOLIDACION

Secuenciación:

Dos formas de secuenciar en función de la naturaleza de la pieza.

(S1) Zona específica

(S2) Zona común. (área de "picking")

Picking en el área de cualquier centro de trabajo donde son colocados los dispositivos de diferentes piezas para que el operador las seleccione de acuerdo a los requerimientos de secuenciación.

Expedición:

Distribuida a lo largo de los pasillos por los que pasa el transporte a línea. Existen dos recorridos básicos

(E1) Transporte de piezas secuenciadas

(E2) Transporte de piezas no secuenciadas

Por tanto el lay-out funcional del Centro de Consolidación se representa en la figura 2.4. (ver siguiente página).

Las condiciones para acomodar las partes analizadas en el lay-out propuesto son:

Equilibrio entre las piezas de origen CKD y nacional.

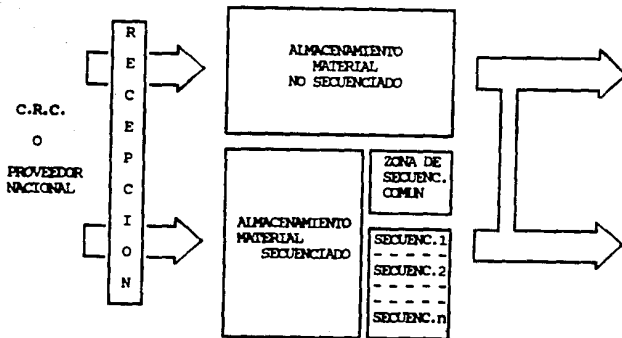


Figura 2.4.

Equilibrio entre las piezas secuenciadas y no secuenciadas.

Equilibrio entre los diversos tipos de secuenciación.

Estas condiciones, no obstante, no es probable que se presenten simultáneamente en un momento dado. Por otro lado los parámetros que definen el reparto de referencias pueden

variar con el paso del tiempo. Se tiene un claro ejemplo en la migración del tipo de auto "A2" a "A3".

Origen -----	A2 -----	A3 -----
Proveedor Nacional	pocos	muchos
Proveedor CKD	muchos	pocos

También debe considerarse que el incremento de proveedores nacionales posibilitará la migración de familias a otras soluciones logísticas más avanzadas.

Se preven, por tanto, cambios en la ocupación y dimensiones relativas de las zonas que desequilibran el layout teórico presentado y lo harán evolucionar.

Capítulo III

Teorías de Suministro a Línea de Montaje

La selección de la forma de suministro dependerá de las características intrínsecas de cada familia y para el logro de esto se estableció el estudio de las siguientes teorías de suministro que deberán estar relacionadas con el modelo logístico propuesto ("Centro de Consolidación").

La selección de la forma de suministro de cada familia a línea de montaje se deberá enfocar desde tres puntos de vista:

- + Justo a Tiempo (Just in Time o "JIT").
- + Kan-Ban
- + Secuenciación

3.1. Justo a Tiempo (Just in Time)

El concepto substancial de la teoría de Justo a Tiempo enfoca a la fábrica del futuro manual o automatizada, organizada como una red de producción.

Las cadenas de montaje enlazarán directamente con las cadenas de submontajes o máquinas que provienen de componentes. En toda esta red de operaciones el ritmo de producción será uniforme.

Los componentes, los subconjuntos y los conjuntos finales se producirán al mismo ritmo. Las piezas se transferirán manual o automáticamente pero siempre en forma continua desde una máquina o línea hasta la siguiente.

En esta fábrica ideal, los componentes y materiales individuales se llevarán directamente desde los camiones de reparto a las líneas, o bien los contenedores de piezas llegarán directamente desde los muelles de descarga hasta las áreas de almacenamiento de las líneas.

No será necesario almacenar materiales, componentes y subconjuntos adquiridos o fabricados, salvo durante un tiempo mínimo, en la misma línea. Por tanto puede parecer paradójico tratar de diseñar instalaciones de almacenamiento de alta productividad. No obstante, desde un punto de vista realista, la empresa automotriz tardará años en conseguir la fábrica ideal y/o la red de proveedores donde no haga falta el almacenamiento.

De lo anterior se infiere que un suministro directo Justo a Tiempo consiste en el suministro de material a los

puntos de uso en las líneas de montaje directamente desde el proveedor sin pasar por ningún "pulmón regulador" de inventario.

Para poder realizar suministro directamente desde proveedor es requisito básico que este tenga sus instalaciones en las proximidades de la empresa automotriz.

En consecuencia esta alternativa de suministro es básicamente aplicable a proveedores nacionales ubicados en las proximidades de la empresa automotriz o bien a proveedores de importación o nacionales que dada su lejanía de la planta estuvieran dispuesto a construir su fábrica en las proximidades de la planta. Por tanto esta alternativa de suministro no es aplicable dentro de un Centro de Consolidación que pretende ser una solución logística a corto plazo.

3.2. K A N - B A N

El sistema de tarjetas Kan-Ban fue una de las primeras técnicas japonesas de fabricación que llamaron la atención. Varias aplicaciones de Kan-Ban a la medida en compañías occidentales han demostrado que el método es adecuado para artículos con producciones de alto y bajo volumen.

El método occidentalizado Kan-Ban se conoce como Con-Bon el cual describe los dos tipos de tarjetas básicas del Kan-Ban.

- 1.- CON (Card Order Notice) Tarjeta de Fabricación.
- 2.- BON (Bring Out Notice) Tarjeta de Transporte.

El funcionamiento del método es el siguiente. En línea se almacenan dos contenedores de cada pieza y cada uno con su respectiva tarjeta.

Cuando el operario de montaje usa la última pieza de uno de los contenedores comienza a utilizar las piezas del segundo contenedor. El contenedor vacío con la tarjeta será el indicador al operario de movimiento de materiales que hace falta reemplazar el contenedor vacío. Casi simultáneamente el operario de movimiento de materiales, en su circuito permanente de trabajo entre la línea y el almacén (Centro de Consolidación), recogen el contenedor vacío.

En cada viaje, el operario de movimiento de materiales, entrega contenedores llenos y recoge los vacíos. Si se dimensionan correctamente los circuitos de abastecimiento de materiales, estos coincidirán casi con el consumo del contenedor(es) de reserva de la línea de montaje. Así se repetirá el ciclo. El operario de reposición de materiales

usa un sistema "visual" para programar los componente a línea. Cuando ve el contenedor vacío con su tarjeta, sabe que es el momento de abastecer otro contenedor.

Existen varias formas de usar las tarjetas Kan-Ban. Cuando el centro proveedor se encuentra en otra planta el concepto es similar. Por ejemplo la tarjeta y el contenedor vacío se devuelven en un camión a la planta suministradora, que a su vez entrega un contenedor lleno con su tarjeta al centro usuario.

Este método resulta fácil de usar con fuentes locales de suministro, especialmente cuando el usuario o el proveedor tienen camiones de reparto con rutas fijas que hacen circuitos frecuentes entre ellos.

Cuando están lejos uno de otro la alternativa más lógica es el sistema Kan-Ban electrónico. Cuando el contenedor esta vacío la tarjeta se transmite electrónicamente a proveedores distantes, sino que puede usarse en fabricas grandes para acortar el tiempo de respuesta de reaprovisionamiento de las piezas.

El código de barras incluido en las tarjetas Kan-Ban sirven para informar algún proceso y permite el uso de un solo sistema informático, entre dos entidades

cliente/proveedor algunas aplicaciones de tarjetas Kan-Ban a procesos electrónicas son las siguientes:

La generación automática de ordenes de pago, por medio de tarjetas Kan-Ban con códigos de barras, en el punto de recepción puede eliminar las facturas y sus procesos asociados. De este modo también se puede reducir el personal de los Departamentos de Cuentas por Pagar y Cuentas por Cobrar.

Es posible eliminar las ordenes de fabricación de abastecimiento y los paquetes de documentación (en papel o visualizados por ordenador) por medio de tarjetas Kan-Ban; con lo que se reduce notablemente el personal de fábrica; el Departamento de Control de Producción dedicado a manejarlas, así como el personal de movimiento de materiales.

Dar de baja automáticamente, a través del código de barras, en sistemas de inventarios eliminando la captura del código de la pieza y cantidades respectivas ahorrando el tiempo y elevando el control del inventario.

Los documentos de pedidos de piezas y materiales se pueden sustituir por una transacción electrónica entre el cliente y el proveedor. Se elimina prácticamente la tramitación de pedidos del proveedor y se reducen espectacularmente el personal necesario del Departamento de Compras.

3.3. Secuenciación

El concepto de la secuenciación se define como la sincronización de suministro en el Centro de Consolidación a partir de la información en tiempo real de la secuencia de montaje (ver figura 3.1.).

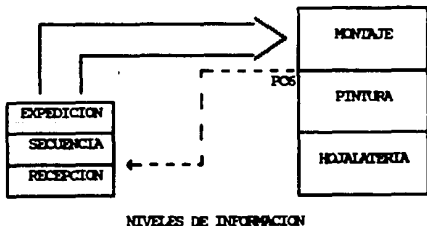


Figura 3.1.

Al pasar el coche por el punto de conteo 6 (PC6), el Centro de Consolidación recibe la información de la secuencia inalterable de montaje, dispone de "n" minutos para secuenciar los materiales y expedirlos directamente a línea de montaje.

La secuenciación de las distintas referencias de una familia de partes supone realizar una operación adicional en el proceso de suministro a línea. Por tanto es necesario evaluar las ventajas e inconvenientes de esta operación para determinar para que familias es o no justificable la secuenciación

No secuenciación

El espacio ocupado por el inventario en línea es elevado por lo que la longitud de la línea se incrementa.

El operario de línea debe realizar la selección del material con el consiguiente riesgo de error.

El operario de línea debe desplazarse para obtener el material.

Secuenciación

Se realiza una operación más en el suministro.

Los posibles errores de secuenciación dejan sin alternativa al operario de línea.

Los dispositivos del material secuenciado deben tener capacidad suficiente para no encarecer el transporte.

El modelo de suministro es más rígido que el no secuenciado (Menor cantidad de material en línea).

Dependencia de la forma de suministro en relación al tiempo requerido en cada uno de los tactos de montaje.

Una familia de piezas será susceptible de secuenciar si las ventajas obtenidas en esta operación superan las limitaciones. Ello ocurre cuando:

- * El tamaño de la pieza es grande.
 - * Hay un elevado número de referencias por tacto de montaje.
- } Espacio en línea
-
- * El tamaño del lote agrupable es similar al dispositivo actual.
 - * En la operativa actual existe al menos una operación de traspaleo.
- } No incrementar los costos actuales.

- * Tiempo suficiente para la secuenciación
(distancia entre centro de consolidación
y el punto "PC6").
- * La forma de la pieza facilita el diseño
de un dispositivo de secuenciación.
- Factibilidad de
secuenciación

Perfil tipo de la familia de piezas secuenciadas:

- + Tamaño _____ Grande
- + No. Referencias/tacto ___ Elevado
- + Traspaleo actual _____ Sí
- + Lote máximo agrupable ___ Similar al actual
- + Tiempo de secuenciación ___ Suficiente
- + Forma apta para secuen. ___ Sí

Para que la secuenciación sea factible debe cumplirse la siguiente inecuación:

$$TPC6 \geq Texp + Ttrans + Tlote$$

Donde:

TPC6:

Tiempo que tarda en recorrer un automóvil la distancia entre el punto de conteo 6 (PC6) y la ubicación en línea del material (familia) considerado para ser secuenciado.

Texp:

Tiempo empleado en cargar y descargar, los dispositivos con piezas secuenciadas, por el medio de transporte utilizado por el Centro de Consolidación.

Ttrans:

Tiempo empleado en recorrer la distancia entre el Centro de Consolidación y el punto de uso.

Tlote:

Tiempo disponible para ir llenando los dispositivos de envío a línea antes que el coche que origino la primera señal de secuenciación del lote haya pasado por el tacto de montaje considerado

El TPC6 debe permitir agrupar un número de piezas razonable para enviarse a línea. El cálculo de piezas se realiza de la siguiente forma.

$$Tlote \leq TPC6 - Texp - Ttrans$$

Si:

$Tlote = Tr * P$

donde:

P = Piezas teóricas por dispositivo de
secuenciación.

Tr = Tiempo en que se requiere una pieza.

$$Tr = \left[\begin{array}{c} \text{producción} \\ \text{diaria de} \\ \text{autos} \end{array} \right] * \left[\begin{array}{c} \text{cantidad de} \\ \text{piezas por} \\ \text{auto} \end{array} \right] * \left[\begin{array}{c} \text{tiempo} \\ \text{laborable} \\ \text{diario} \end{array} \right]$$

<=> (1 día/# autos)*(autos/# piezas)*(# min/1 día)

<=> (min/piezas)

Sustituyendo:

$$P = \frac{TPC6 - Texp - Ttrans}{Tr}$$

Las piezas teóricas por dispositivo de secuenciación serán de suma importancia ya que ellas depende el dimensionamiento y capacidad el mismo. El analista que estudie alguna familia para definir si es posible secuenciarla, deberá tomar en cuenta la cantidad de piezas del dispositivo del proveedor y las piezas teóricas del dispositivo de secuenciación que se calculan con la fórmula anterior para definir el lote de piezas adecuado del dispositivo de secuenciación final.

Capítulo IV
Propuesta del Medio de Transporte de Suministro
a Línea de Montaje

Se diseñaron dos propuestas de transporte las cuales serán las alternativas de movimiento de las piezas que serán suministradas a línea a través del concepto de tarjetas Kan-Ban.

4.1. Alternativa Modular

Concepto:

Convoy formado por carros/plataforma de dimensiones variables, con adaptador estandard de arrastre e intercambiable por operadores del convoy al surtir materiales en punto de uso (ver figura 4.1.).

El medio de acción será el tracto-auto por su flexibilidad de maniobrabilidad en los pasillos internos de las líneas de montaje.

El número de operadores del tracto-auto será de dos, uno conducirá y el otro se encargará de desplazar los carros/plataforma del convoy y los del punto de uso del material. El conductor participará en las operaciones de suministro junto con el acompañante.

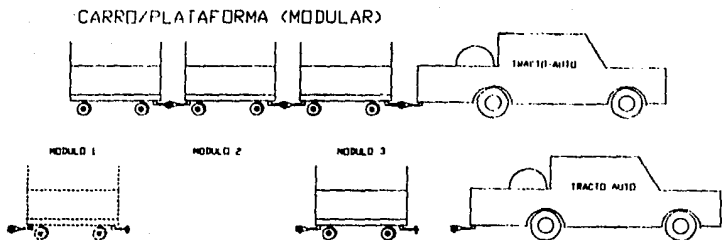


DIAGRAMA CONCEPTUAL DE TRANSPORTE

ALTERNATIVA MODULAR

Las dimensiones del carro/plataforma serán las siguientes de acuerdo al dispositivo que contiene el material:

Dispositivo	Arrastre	Lateral
70x 70	75	95
70x 90	75	95
90x110	120	150
75x120	75	120
100x100	120	120
100x120	120	120
120X150	120	150

La cantidad ideal por referencia de carros/plataforma disponibles al surtir material a la línea de montaje sería de tres para completar el ciclo de entregas. Con la estandarización de carros/plataforma el número se reduce porque existirán carros comunes para las diferentes referencias.

Carro	Objetivo	Ubicación
1	Transportar piezas a línea de montaje	C.C.
2	Transportar dispositivo vacío al C.C.	línea montaje
3	Material de uso por línea de montaje	línea montaje

Cada carro/plataforma contendrá solo un dispositivo con varias referencias si son secuenciadas o solo una para las no secuenciadas.

La longitud del convoy dependerá de los siguientes conceptos:

- Maniobrabilidad en pasillos internos en la línea de montaje.
- Circuitos de suministro.
- Tiempo de secuenciación.
- Seguridad de transporte.
- Velocidad del convoy.

La ubicación de las zonas de secuenciación dentro del Centro de Consolidación puede ser jerárquica en relación a los circuitos de suministro establecidos en línea de montaje.

La armadura de los carros/plataforma no será robusta para facilitar el manejo por operadores. Las uniones de arrastre contarán con un perno para unir macho a hembra. El eje delantero del carro/plataforma será movable para permitir el movimiento del convoy a través de línea de montaje.

4.1.1. Operativa de Suministro Simple

RESPONSABLE

ACCION

Conductor

Transporta tracto-auto a zona de expedición

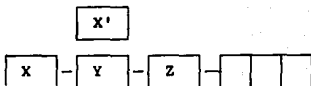
RESPONSABLE

ACCION

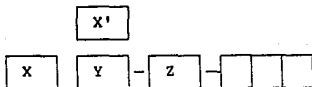
del Centro de Consolidación.

Acompañante Engancha carro/plataforma a tracto-auto (repetir pasos anteriores hasta terminar de cargar).

Conductor Sigue circuito de transporte.
Detiene convoy en tacto correspondiente al último carro/plataforma.



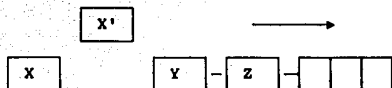
Acompañante Desengancha último carro/plataforma.



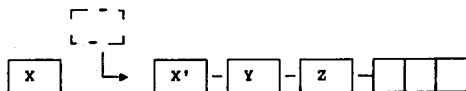
Conductor Mueve convoy hacia adelante.
(ver diagrama en siguiente página)

RESPONSABLE

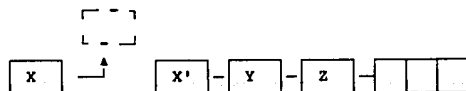
ACCION



Acompañante Saca carro/plataforma con dispositivo "vacío" y lo engancha al convoy.



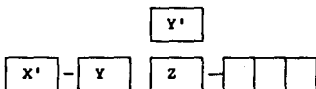
Acompañante Coloca carro/plataforma "lleno" en tacto.



Conductor Transporta convoy a siguiente punto de suministro.

La secuencia esquemática de suministro del siguiente dispositivo que será entregado por el mismo convoy es la siguiente:

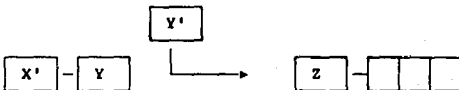
+ Desenganchar "lleno".



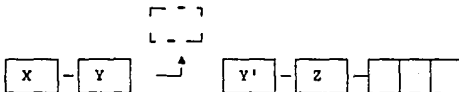
+ Mover convoy.



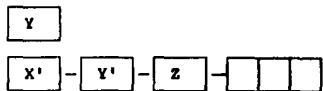
+ Enganchar "vacío".



+ Desenganchar "lleno" y colocar en tacto.



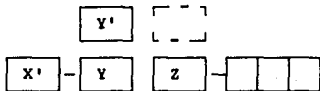
+ Enganchar vacío anterior y continuar el suministro.



4.1.2. Operativa Esquemática de Suministro con Doble Dispositivo.

Si en punto de uso se dispone de una área disponible para dos carros/plataforma la secuenciación esquemática de suministro en la siguiente:

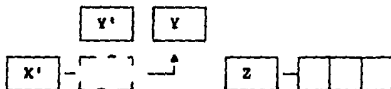
+ Desenganchar "lleno".



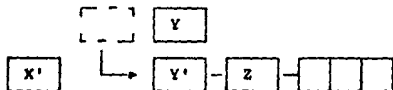
+ Mover convoy.



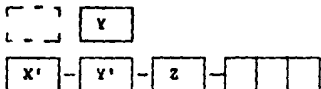
+ Colocar "lleno" en tacto.



+ Enganchar "vacío" al convoy.



+ Enganchar vacío anterior y continuar el suministro.



4.1. Alternativa Vagones

Concepto:

Convoy formado por carros/plataforma de dimensiones variables, con rodillos de movimiento lateral para desplazar el dispositivo del material a una plataforma ubicada en punto de uso (ver figura 4.2.).

CARRO/PLATAFORMA (VAGONES)



DETALLE DE PLATAFORMA
UBICACION EN TACTO



DIAGRAMA CONCEPTUAL DE TRANSPORTE

ALTERNATIVA VAGONES

El medio de acción será el tracto-auto por su flexibilidad de maniobrabilidad en los pasillos internos de las líneas de montaje.

El número de operadores del tracto-auto será de dos, uno conducirá y el otro se encargará de deslizar los dispositivos del convoy y los de punto de uso del material. El conductor participará en las operaciones de suministro junto con el acompañante.

Las dimensiones del carro/plataforma dependerán del tamaño del dispositivo, serán clasificados en dos tipos:

+ medianos.

+ grandes.

Tabla de clasificación de dispositivos

Dispositivo		Carro/plataforma	Plataforma
70x 70	M	150x100	75x75
70x 90	M	150x100	75x95
90x110	G	125x125	190x115
75x120	M	150x125	80x125
100x100	G	125x125	205x125
100x120	M	125x125	205x125
120x150	M	125x155	250x155

(M) Medianos

(G) Grandes

Los dispositivos medianos requerirán de carros/plataforma con espacio para doble contenedor. Los dispositivos grandes requerirán de plataformas con espacio para doble contenedor.

Cada carro/plataforma contendrá solo un dispositivo con varias referencias si son secuenciadas o sólo una para las no secuenciadas.

La longitud del convoy dependerá de los siguientes conceptos:



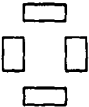



- Maniobrabilidad en pasillos internos en la línea de montaje.
- Circuitos de suministro.
- Tiempo de secuenciación.
- Seguridad de transporte.
- Velocidad del convoy.

La ubicación de las zonas de secuenciación dentro del Centro de Consolidación puede ser jerárquica en relación a los circuitos de suministro establecidos en línea de montaje, utilizando el concepto de primeras entradas últimas salidas con ello se evitaría que la fuerza centrífuga de los carro/plataforma actué durante el suministro de materiales.

La armadura de los carros/plataforma no será robusta para facilitar el manejo por operadores.

El tipo de equipo para deslizar los dispositivos en carro/plataforma será:

Tabla de equipos para deslizar dispositivos

Equipo	Rodillos	Esferas	Rodillos encontrados
Esquema			
Movimientos			
Uso	carro/plat.	plataforma	plataforma carro/plat.
Costo	Medio	Alto	Bajo

4.2.1. Operativa de Suministro Simple

RESPONSABLE

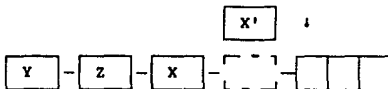
ACCION

Conductor transporta tracto-auto a zona de expedición del Centro de Consolidación.

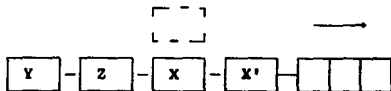
RESPONSABLE	ACCION
Acompañante	Desliza dispositivo "lleno" de plataforma al carro/plataforma (repetir pasos anteriores hasta terminar de cargar).
Conductor	Sigue circuito de transporte.
Acompañante	Desliza dispositivo "lleno" a plataforma.
Conductor	Mueva convoy.
Acompañante	Desliza dispositivo "vacío" a carro/plataforma
Conductor	Transporta convoy a siguiente punto de suministro.

4.2.2. Operativa Esquemática de Suministro con Doble Dispositivo en Carro/plataforma

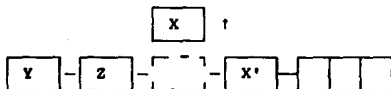
+ Deslizar "vacío"



+ Mover convoy

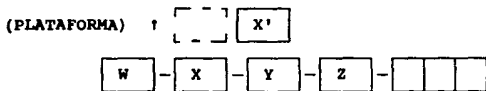


+ Deslizar "lleno"



4.2.3. Operativa Esquemática de Suministro con Doble Dispositivo en Plataforma

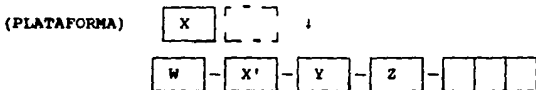
+ Deslizar "lleno" a plataforma



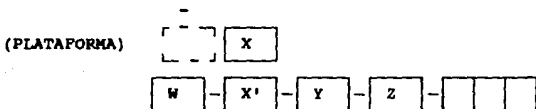
+ Mover convoy



+ Deslizar "vacío" de plataforma



+ Reubicar "lleno" en plataforma



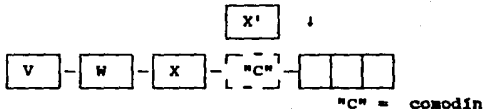
4.2.4. Operativa Esquemática de Suministro con Comodín Sencillo

El comodín es un lugar "vacío" en el convoy que sólo se utiliza como un doble contenedor virtual para evitar el uso de espacio en línea. Para el funcionamiento de dicha alternativa es primordial considerar la siguiente premisa:

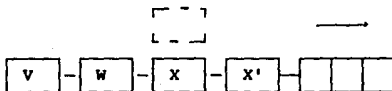
Las dimensiones de los vagones serán
siempre las mismas para el convoy.

lo cual indica una estandarización de dispositivos de proveedor.

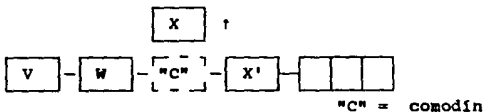
+ Deslizar "vacío" a comodín



+ Mover convoy



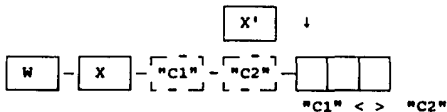
+ Deslizar "lleno" a plataforma



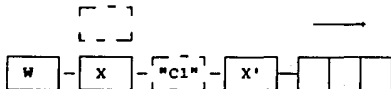
4.2.5. Operativa Esquemática de Suministro con Comodín Doble

Para el funcionamiento de dicha alternativa es primordial considerar que los comodines utilizados serán de diferentes dimensiones, lo cual permitirá al convoy suministrar dos tipos de dispositivos a línea.

+ Deslizar "vacío" a comodín (C2)



+ Mover convoy



+ Deslizar "lleno" a plataforma



+ Continuar ciclo de suministro utilizando comodín adecuado a las dimensiones del dispositivo correspondiente.

Capítulo V
Desarrollo de la Operativa Física Preliminar
del Centro de Consolidación

Se presentan las líneas maestras de la operativa física preliminar del primer Centro de Consolidación, debe entenderse como un borrador elaborado por el proyecto de tesis, que en espera de su posterior ratificación por la empresa automotriz, servirá de base para la planeación fina e implantación del Centro de Consolidación.

5.1. Almacenaje

5.5.1. Medios de Almacenamiento

El material en el Centro de Consolidación se almacenará en estanterías convencionales de cuatro alturas (actualmente existen en nave 29 de una altura aproximada de 4.5 mts). Según el tamaño de los dispositivos se podrán almacenar dos por nivel si se desea.

La estiba y desestiba de dispositivos se realizará con montacargas de altura de trabajo de 6 mts y con capacidad de carga de 1000 Kg, será recomendable ir migrando hacia montacargas eléctricos más pequeños y manejables que los actuales.

5.1.2. Zonas de Almacenamiento

Material en Inspección

El material que se descargue pendiente de realizar inspecciones de calidad, estará identificado desde el momento de la recepción de la caseta de entrada. En una primera etapa se almacenará temporalmente en una zona especial antes de colocarse en su ubicación definitiva pendiente de realizarse las pruebas especificadas por personal de la planta automotriz.

Cuando los sistemas del Centro de Consolidación mantengan el control de ubicaciones se realizará un seguimiento de los lotes de entrega de tal forma que el almacenamiento se podrá realizar directamente en su ubicación definitiva. Los servicios de control de calidad de la planta automotriz realizarán la toma de muestras directamente sobre las ubicaciones finales.

Material de Suministro No Secuenciado

Los dispositivos del proveedor del material no secuenciado se almacenarán en estanterías convencionales. Estas estanterías estarán asignadas, por zonas, a las diferentes familias que tienen cabida en el Centro de Consolidación. Al darse de alta en los

sistemas del Centro estos indicarán la ubicación asignada, debiendo respetarse esta ya que será la garantía de mantener una lógica de suministro bajo los siguientes criterios:

- * Primeras entradas primeras salidas.
- * Garantizar la cuota asignada por proveedor.

Cada familia tendrá una área reservada en función del inventario pactado con cada proveedor. El respetar esta área ayudara a efectuar un control visual que indique el nivel de inventario.

Material para Secuenciar

Se distinguen dos modos fundamentales de almacenamiento:

- * Zona común:

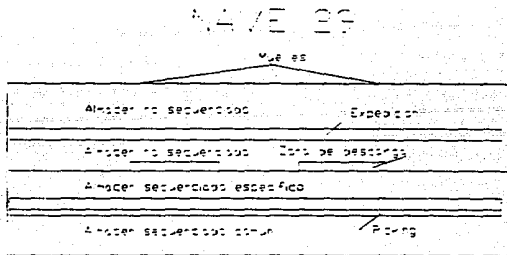
Almacenamiento de estanterías, análogo al material no secuenciado. Los dispositivos de las zonas de picking se repondrán mediante tarjetas Kan-Ban.

- * Zona específica:

El picking de algunas referencias, por ejemplo las de origen textil, se podrá realizar directamente

sobre los dispositivos de almacenamiento masivo. Esos serán usualmente, estanterías dinámicas a las que el operario pueda acceder directamente.

La figura 5.1 muestra la zonificación esquemática de la nave 29.



5.2. Secuenciación

Al pasar una unidad por el punto de secuencia cierta (PC6) el sistema de la empresa automatizada realizará una explosión de materiales con el fin de sincronizar los

diversos subensambles y realizar las peticiones de material secuenciado tanto a proveedores externos (JIT) como al Centro de Consolidación.

5.2.1. Comunicación en las Zonas de Secuenciación

El sistema de la planta automotriz transmitirá inmediatamente las peticiones de material secuenciado a los sistemas del Centro de Consolidación.

El sistema del Centro de Consolidación transmitirá a las zonas de secuenciación la información necesaria para que el operario pueda realizar su trabajo en cada una de estas zonas existirá unas pantallas de cristal líquido acompañadas de un teclado:

Pantalla.- el operario podrá realizar consultas sobre secuencias previas y forzar cierres a su criterio

Teclas.- operaciones disponibles:

- + Confirmación suministro (OK)
- + Notificación de faltante (F)
- + Referencia anterior (R)
- + Cierre forzado (C)

La información que recibirá el operario en pantalla será:

Línea	Ref.	Orden
N	999 999 xx	99

- + Línea destino del dispositivo. Según la familia de piezas podrá haber una pantalla por cada línea.
- + Referencia a secuenciar. El sistema deberá traducir el número de referencia general a un código más simple por referencia para facilitar la lectura por parte del operario.
- + El número de orden dentro del dispositivo actual.

Además podría recibir mensajes directamente por la pantalla:

Parpadeo de la pantalla. El operario va retrasado respecto a la información recibida de la planta automotriz.

Mensaje de cierre. Se indica en pantalla el cierre forzado del dispositivo por expiración de la hora límite. El operario deberá pulsar la tecla (C) de cierre forzado cuando coloque el dispositivo en la zona de expedición.

La operativa de las demás teclas es la siguiente:

El Operario irá recibiendo la secuencia para disponer en el orden adecuado el material en los dispositivos de secuenciación. Cuando haya colocado la pieza requerida pulsará la tecla (OK) para solicitar una nueva referencia.

Si no existiese el material requerido pulsará la tecla (F) para indicar el faltante en el sistema. Siempre que exista faltante se dispondrá de una referencia "muleto" que indica al operario de línea la existencia de ese faltante. Por ejemplo, se colocará una pieza de plástico para indicar la ausencia de una determinada alfombra en la secuencia de suministro.

El operario podrá retroceder varias referencias pulsando la tecla (R) en caso necesario (olvido, equivocación, verificación ...). Lógicamente la capacidad de almacenamiento será pequeña (5 a 10 referencias).

5.2.2. Filosofías de Secuenciación

La colocación del material de los dispositivos de secuenciación puede realizarse bajo dos filosofías distintas:

Secuenciación en Zona Común

Existirá una zona de picking donde los operarios irán recogiendo el material de los dispositivos del proveedor que tendrán colocados cerca de su área de trabajo según reciban la señal de secuenciación. Un operario podrá secuenciar más de una familia en función de su saturación según el tiempo que tenga concedido para realizar las operaciones.

Cerca del área de picking habrá dos dispositivos de cada referencia a secuenciar. Se repondrán siguiendo la metodología de doble dispositivo (donde el dispositivo vacío llama al lleno). Cuando se termine el dispositivo del proveedor, el montacarguista lo repondrá siguiendo un proceso análogo al descrito para la localización y el descuento del material no secuenciado (ver figura 5.2.).



Figura 5.2.

Secuenciación en Zona Específica

Algunas familias permiten realizar el secuenciado seleccionando el material directamente sobre los dispositivos de almacenamiento sin bajarlos de las estanterías (sombrreras, alfombras, revestimientos de maleteros, ...) en ellas el operario recogerá el material directamente de las estanterías según le vaya siendo indicado por las pantallas de secuenciación y lo irá colocando en los dispositivos de suministro a línea.

En estos casos queda totalmente eliminada la labor de los montacargas ya que los dispositivos vacíos los retiran los operarios con ayuda de mesas de transferencia o algún otro equipo especializado para el manejo de materiales.

El diseño de las estanterías y dispositivos permitirá al operario acceder individualmente a todas las referencias (ver figura 5.3.).

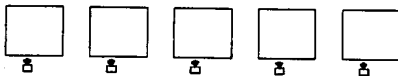


Figura 5.3.

Los trenes de suministro recogerán estos documentos y recorrerán el pasillo de expediciones para ir enganchando los carros/plataformas.

5.3.2. Material no Secuenciado

Los trenes de suministro recogerán las tarjetas Kan-Ban de los contenedores vacíos y las transportarán al Centro de Consolidación. En su recorrido dejarán los carros/plataforma vacíos en las zonas de almacenamiento en que se divide el almacén y las tarjetas en unos tarjeteros especiales en las inmediaciones de donde se depositen los carros/plataforma (ver figura 5.5.).

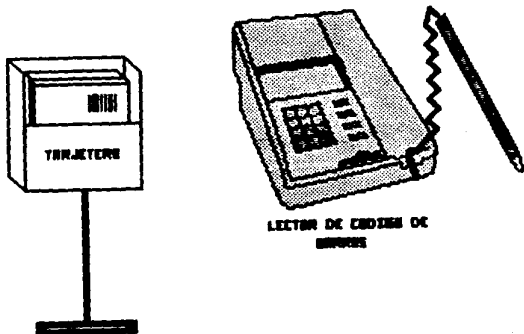


Figura 5.5.

información del sistema con la real deberá introducir la corrección inmediatamente en el sistema y reportar a fin de día al supervisor de recepción/almacenaje de las incidencias del día.

El contenido mínimo de la tarjeta Kan-Ban se representa en la figura 5.7.


N. PARTE	FAMILIA
191811131A	XXXXXXXXXXXX
	ORIGEN:
	ZONA N PASILLO N ESTANTE N
	DESTINO:
	LÍNEA N TERCIO N

Figura 5.7.

5.4. Transporte a Línea

5.4.1. Material Secuenciado

El material secuenciado se transportaría siempre al punto de uso mediante carros/plataforma arrastrados por un tracto-auto. La operativa detallada de este tipo de

transporte se expone en la operativa de suministro con doble dispositivo de la alternativa modular.

Los vehículos de transporte a línea se encontrarían en permanente movimiento entre las zonas de expedición del material secuenciado y los puntos de uso, recogiendo también los dispositivos vacíos.

5.4.2. Material no Secuenciado

El material no secuenciado se transportará a su punto de uso cuando sea posible de forma análoga al material secuenciado.

En algunos casos el lay-out actual de la línea no permite acceder al punto de uso. En estos casos se definen distintas zonas de suministro para aproximar el material al punto de uso. Serán áreas de descarga pero no serán Zonas de Suministro de almacenamiento intermedio en el sentido actual, donde se deposita el suministro de todo el día en espera de acarreararse hasta la línea.

En la planeación de futuras líneas sería recomendable incluir el concepto de transporte a punto de uso para diseñar las mismas considerando los pasillos de acceso adecuados.

5.5. Flujo de Dispositivos Vacíos

El transporte a línea del Centro de Consolidación será el responsable de recoger los dispositivos vacíos de los puntos de uso y retornarlos al Centro de Consolidación.

5.5.1. Dispositivos para Secuenciado

El transporte llevará los dispositivos a las zonas de secuenciación adecuadas para que en ellas se vuelva a reponer el material. Estos dispositivos serán propiedad del Consolidador.

5.5.2. Dispositivos Retornables a Proveedor

El transporte llevará los dispositivos a zonas asignadas a montacarguistas. Estos estibarán los dispositivos vacíos en las estanterías más próximas al muelle de carga del camión que deba recogerlos (ver figura 5.8. en siguiente página).

El Consolidador será el depositario de estos dispositivos, los cuales serán propiedad del proveedor

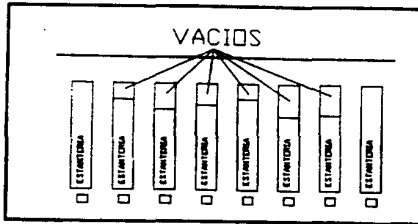


Figura 5.8.

5.5.3. Dispositivos no Retornables a Proveedor

Los dispositivos desechables serán recogidos por los convoyes del Centro de Consolidación y transportados al mismo. En su entrada colocarán estos dispositivos para su almacenaje temporal. El área será suficientemente pequeña como para evitar el amontonamiento de un exceso de dispositivos.

Dos o tres veces al día pasará por el área de dispositivos vacíos el Servicio General de Recogida de Desechos de toda la empresa automotriz.

Capítulo VI
Operativa Detallada de Suministro a Línea de Montaje
de Familias Prototipo

Se presentan dos prototipos de la aplicación de las teorías de suministro Kan-Ban y Secuenciación. La operativa detallada presentada a continuación deberá aplicarse de forma análoga a cada una de las familias que sean seleccionadas para formar el Centro de Consolidación. Los estudios que se realicen a cada familia podrán modificar los dispositivos de suministro respetando los lineamientos básicos de cada teoría de suministro y el esquema presentado de cada operativa que a continuación se presenta.

6.1. Familia Juntas de Línea FBU

6.1.1. Descripción

Las juntas son los plásticos o hules que sirven para amortiguar el cierre de las puertas, se montan en el cuerpo del automóvil.

6.1.2. Referencias

Existen cinco referencias de juntas para la línea "FBU". La versión del automóvil determina el montaje de la referencia correspondiente.

Tabla de referencias

<u>Referencia</u>	<u>Descripción</u>
827 705 A	Junta Pta. Trasera de G Der.
867 368 01C	Junta Pta. Trasera de J Izq.
867 367 01C	Junta Pta. Trasera de J Der.
867 365 01C	Junta Pta. Delantera J y G
827 705 B	Junta Pta. Trasera de G Izq.

6.1.3. Suministro

6.1.3.1 Forma de suministro

Situación actual

Las juntas de origen "CKD" se almacenan en el almacén 707 grupo 44, ubicado en la nave 25.

Referencia

867 368 01C

867 367 01C

867 365 01C

El proveedor "CKD" envía las piezas en dispositivos de novopan de 2 tamaños con dimensiones modulares. Las dimensiones son: 150 cm x 120 cm ó 120 cm x 75 cm.

Las juntas de origen U.S.A. se almacenan en el almacén 711 grupo 40, ubicado en la nave 27.

Referencia

827 705 A

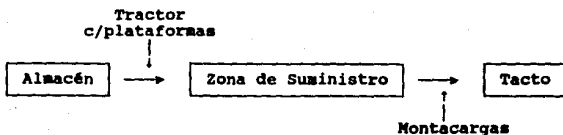
827 705 B

Del almacén correspondiente se surte a la Zona de Suministro; posteriormente se surte con montacargas al punto de uso (tacto), en el mismo dispositivo de origen (no hay traspaleo).

El Seguidor de Materiales solicita el suministro de materiales, próximos a terminarse, al almacén. El suministro se realiza en tractor con plataformas con frecuencia diaria aproximadamente.

El esquema conceptual es el siguiente:

(ver esquema conceptual en siguiente página)



Situación Futura

Las siguientes características de las juntas permiten la no secuenciación de las piezas.

- + Tamaño de la pieza pequeña.
- + Forma no apta para la secuenciación.
- + Número mediano de referencias en punto de uso.
- + No existe traspaleo actual.

Analizando el tiempo que se dispone para secuenciar se observa lo siguiente:

Datos

TPC6

Velocidad de la cadena = 1.91 mts/min.

Distancia entre PC6 y tacto 16 = 88 mts.

$$V = d / t$$

TPC6 = (88 mts)/(1.91 mts/min).

TPC6 = 46.07 min.

Ttrans

Velocidad de tracto-auto = 5 Km/hr ó 83.3 mts/min.

Distancia entre Centro de Consolidación y punto
medio de nave 4 = 2500 mts.

$$T_{trans} = (2500 \text{ mts}) / (83.3 \text{ mts/min}).$$

$$T_{trans} = 30 \text{ min.}$$

Texp = 10 min (Cálculo aproximado determinado por la
empresa automotriz).

Tr

Tiempo laborable diario = 14.45 hrs ó 867 min/día.

Cantidad de piezas por auto = 4 pzas/auto.

Producción diaria de autos = 317 autos/día.

$$Tr = (1/317 \text{ autos/día}) * (867 \text{ min/día}) * (1/4 \text{ pzas/auto}).$$

$$Tr = 0.68 \text{ min/pzas}$$

Sustituyendo:

$$P = \frac{TPC6 - T_{exp} - T_{trans}}{Tr}$$

$$P = (46.07 - 30 - 10) / 0.68$$

$$P = 8.9 \text{ pzas}$$

El resultado indica que sería posible secuenciar ocho conjuntos de juntas, esto obligaría a transportar un número pequeño de piezas por ello la forma de suministro es:

Kan-Ban

El esquema conceptual es el siguiente:

**6.1.3.2. Petición de Suministro a Línea de Montaje**

Una vez que el convoy ha recogido los dispositivos vacíos y sus respectivas tarjetas Kan-Ban, se procede a efectuar la lectura de las tarjetas en el área de carros/plataforma vacíos en el Centro de Consolidación.

A través del lector de código de barras el montacarguista podrá saber la ubicación exacta del material dentro del Centro de Consolidación, para poder desestibar el dispositivo del material requerido siguiendo la indicación del sistema de información.

De esta manera, el dispositivo será colocado en su carro/plataforma correspondiente para posteriormente partir en el convoy hacia su localización en el tacto correspondiente.

6.1.3.3. Preparación del Dispositivo

El montacarguista será el encargado de enganchar todos los carros/plataforma y distribuirlos en las zonas de expedición correspondientes dentro del Centro de Consolidación (ver figura 6.1.).

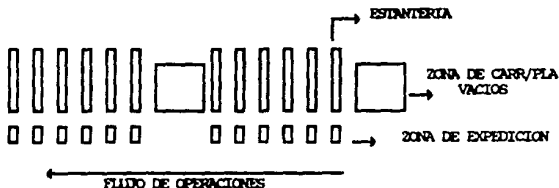


Figura 6.1.

El montacarguista posteriormente de distribuir carros/plataforma vacíos prepara los dispositivos vacíos para ser suministrados a línea en los carros plataforma correspondientes.

6.1.3.4. Alternativa de Transporte

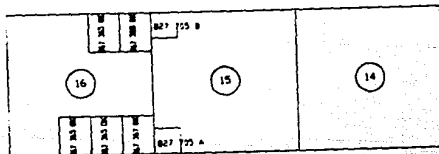
Convoy formado por carros/plataforma de dimensiones variables con adaptador estándar e intercambiables por operadores del convoy.

6.1.3.5. Area Disponible en Punto de Uso

Situación Actual

<u>Ubicación</u>	<u>No. de dispo.</u>	<u>Dimensión dispo.</u>	<u>Area en punto uso</u>	<u>Referencia</u>
T 15 izq	1	100x100	1.0 mts"	827 705 B
T 15 der	1	100x100	1.0 mts"	827 705 A
T 16 izq	1	120x150	1.8 mts"	867 367 01C
T 16 der	1	120x150	1.8 mts"	867 368 01C
T 16 der	1	120x150	1.8 mts"	867 365 01C
T 16 izq	2	120x150	3.6 mts"	867 365 01C
			6 11 mts"	

La figura 6.2 representa la ubicación esquemática actual de cada referencia en el tacto correspondiente.



SITUACION ACTUAL

Figura 6.2.

Situación Futura

Al ser la forma de suministro Kan-Ban (doble dispositivo).

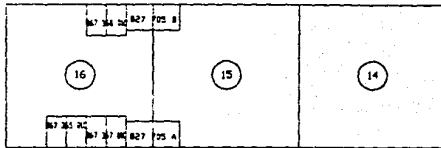
Las dimensiones a tener en cuenta para el cálculo de áreas son las de los carros/plataforma ya que los dispositivos van encima.

Las referencias de origen "CKD" serán solicitadas en dispositivos pequeños de 75 cm x 120 cm, el proveedor solo tendrá que cambiar el tamaño de su dispositivo de grande a pequeño. Esto aprovecha el sistema modular de embalaje del proveedor.

<u>Ubicación</u>	<u>No. de dispos.</u>	<u>Dimensión dispos.</u>	<u>Area en punto uso</u>	<u>Referencia</u>
T 15 izq	2	100x100	2.0 mts"	827 705 B
T 16 izq	2	75x120	1.8 mts"	867 367 01C
T 16 izq	2	75x120	1.8 mts"	867 365 01C
T 15 der	2	100x100	2.0 mts"	827 705 A
T 16 der	2	75x120	1.8 mts"	867 368 01C
			<u>5 9.4 mts"</u>	

Existe una reducción del área ocupada en el punto de uso del 17 %.

La figura 6.3 representa la ubicación esquemática propuesta de cada referencia en el tacto correspondiente.



SITUACION PROPUESTA

Figura 6.3.

6.1.3.6. Frecuencia de Suministro

La frecuencia de suministro a línea dependerá de la recolección de dispositivos vacíos en cada ciclo de suministro realizado por convoy.

6.1.3.7. Identificación de Dispositivos Vacíos

Al terminarse las piezas de algún dispositivo, el operador o seguidor de materiales deberá voltear la tarjeta Kan-Ban hacia el lado rojo como indicador de suministro visual.

Solo se recogerán los dispositivos con señal de tarjeta roja de indicación de dispositivo vacío; sin embargo será responsabilidad del acompañante revisar en cada ciclo de suministro los dispositivos.

6.2. Familia Volantes de Línea NAL

6.2.1. Descripción

Los volantes es la pieza que utiliza el conductor para dar el sentido del movimiento al automóvil.

6.2.2. Referencias

Existen cuatro referencias de volantes para la línea "NAL" la versión del automóvil determina el montaje de la referencia.

Tabla de referencias

<u>Referencia</u>	<u>Descripción</u>
419 091 AG	Volante Básico
419 091 AL	Volante 8
419 091 AK	Volante 6
419 091 AC	Volante 4

6.2.3. Suministro**6.2.3.1. Forma de Suministro**

Los volantes de origen "CKD" se almacenan en el almacén 707 grupo 44, ubicado en la nave 25.

Referencia

419 091 AK

419 091 AC

El proveedor "CKD" envía las piezas en dispositivos de novopan de 2 tamaños con dimensiones modulares. Las dimensiones son: 150 cm x 120 cm ó 120 cm x 75 cm.

Las volantes de origen U.S.A. se almacenan en el almacén 711 grupo 40, ubicado en la nave 27.

Referencia

419 091 AL

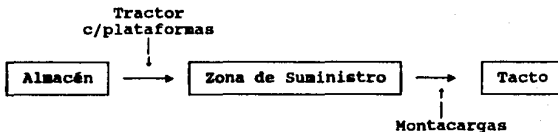
419 091 AG

Dentro del almacén correspondiente los volantes son traspaleados a racks adaptados de 120 cm x 200 cm de superficie con capacidad de 96 piezas por cada uno.

Del almacén correspondiente se surte a la Zona de Suministro; posteriormente se surte con montacargas al punto de uso (tacto), en racks adaptados (si hay traspaleo).

El Seguidor de Materiales solicita el suministro de materiales, próximos a terminarse, al almacén. El suministro se realiza en tractor con plataformas con frecuencia diaria aproximadamente.

El esquema conceptual es el siguiente:



Situación Futura

Las siguientes características de las juntas permiten la secuenciación de las piezas.

- + Tamaño de la pieza mediano.
- + Tiempo suficiente para secuenciación.
- + Mediano número de referencias.
- + Si existe traspaleo.
- + Forma apta de la pieza que facilita el diseño del dispositivo de secuenciación.

Analizando el tiempo que se dispone para secuenciar se observa lo siguiente:

Datos

TPC6

Velocidad de la cadena = 1.78 mts/min.

Distancia entre PC6 y tacto 14 en L.F. = 435 mts.

(L.F. = línea final)

$$V = d / t$$

$$TPC6 = (435 \text{ mts}) / (1.78 \text{ mts/min}).$$

$$TPC6 = 244.3 \text{ min.}$$

Ttrans

Velocidad de tracto-auto = 5 Km/hr ó 83.3 mts/min.

Distancia entre Centro de Consolidación y punto medio de nave 4 = 2500 mts.

$$Ttrans = (2500 \text{ mts}) / (83.3 \text{ mts/min}).$$

$$Ttrans = 30 \text{ min.}$$

Tesp = 10 min (Cálculo aproximado determinado por la empresa automotriz).

Tr

Tiempo laborable diario = 14.45 hrs ó 867 min/día.

Cantidad de piezas por auto = 1 pzas/auto.

Producción diaria de autos = 299 autos/día.

$$Tr = (1/299 \text{ autos/día}) * (867 \text{ min/día}) * (1/1 \text{ pzas/auto}).$$

$$Tr = 2.90 \text{ min/pzas}$$

Sustituyendo:

$$P = \frac{TPC6 - Texp - Ttrans}{Tr}$$

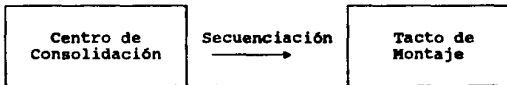
$$P = (244.3 - 30 - 10) / 2.90$$

$$P = 70.4 \text{ pzas}$$

El resultado indica que sería posible secuenciar setenta volantes por ello la forma de suministro es:

Secuenciación

El esquema conceptual es el siguiente:



6.2.3.2. Momento de Petición

Al pasar el vehículo por el punto PC6 la secuencia es inalterable. Se dispone de 244 min de tiempo desde que el

vehículo fue registrado hasta el momento que será montada la pieza.

6.2.3.3. Distribución de Ordenes de Secuenciación en Centro de Consolidación

La información de piezas secuenciadas es enviada al Centro de Consolidación donde será distribuida a cada zona de picking para la preparación de dispositivos secuenciados.

En la zona de picking existirá pantallas que registrarán cada una de las ordenes de secuenciación.

Cada pantalla se complementará con un pequeño tablero con botones que indicarán acciones como:

- + Confirmación suministro (OK)
- + Notificación de faltante (F)
- + Referencia anterior (R)
- + Cierre forzado (C)

6.2.3.4. Preparación del Dispositivo

El operador de la zona de picking será el encargado de preparar el dispositivo con la pieza registrada en la

pantalla una vez terminada la preparación se presionará el botón correspondiente para dar por terminada la orden.

6.2.3.5. Alternativa de Transporte

Convoy formado por carros/plataforma de dimensiones variables con adaptador estandard e intercambiables por operadores del convoy.

6.2.3.6. Dispositivo para Suministro Secuenciado

El Suministro de volantes a línea de montaje se efectuará en dispositivos especiales de 125 cm x 120 cm x 126 cm.

Los dispositivos tendrán capacidad de 70 piezas cada uno. La figura 6.4. muestra el diseño esquemático del dispositivos de volantes (ver figura 6.4. en siguiente página).

En caso de piezas faltantes colocar un aro de cartón para representar el faltante del dispositivo.

6.2.3.7. Area Disponible en Punto de Uso

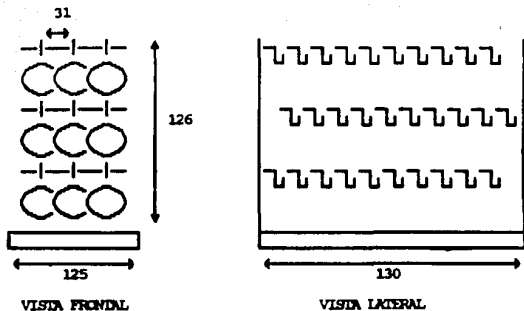
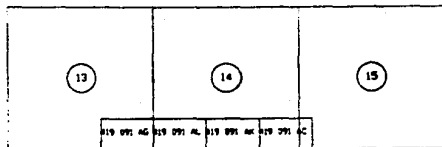


Figura 6.4.

Situación Actual

<u>Ubicación</u>	<u>No. de dispos.</u>	<u>Dimensión dispos.</u>	<u>Area en punto uso</u>	<u>Referencia</u>
T 13 der	1	200x100	2.0 mts"	419 091 AG
T 14 der	1	200x100	2.0 mts"	419 091 AL
T 14 der	1	200x100	2.0 mts"	419 091 AK
T 14 der	1	200x100	2.0 mts"	419 091 AC
			<u>6 8 mts"</u>	

La figura 6.5. representa la ubicación esquemática actual de cada referencia en el tacto correspondiente.



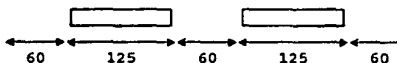
SITUACION ACTUAL

Figura 6.5.

Situación Futura

Al ser la forma de suministro secuenciación (dispositivo de secuenciación).

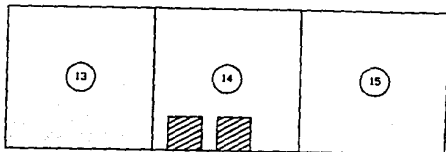
Las dimensiones a tener en cuenta para el cálculo de áreas son las de los carros/plataforma ya que los dispositivos de secuenciación van encima, determinando la superficie de los carros/plataforma. La distribución de los carros plataforma será:



entonces al área ocupada será = $130 * (125*2 + 60*3)$
 = 5.59 mts"

Existe una reducción del área ocupada en el punto de uso del 43 %.

La figura 6.6 representa la ubicación esquemática propuesta de cada referencia en el tacto correspondiente.



SITUACION PROPUESTA

Figura 6.6.

6.2.3.8. Frecuencia de Suministro

La frecuencia de suministro es igual a Tlot
 donde:

$$Tlot = (70 \text{ pzas}) * (2.90 \text{ min/pzas})$$

$$Tlot = 203 \text{ min}$$

entonces se suministrará un dispositivo de secuenciación cada 3 horas con 23 minutos.

Conclusiones

El Centro de Consolidación será la alternativa logística a corto plazo que cubra los objetivos de la empresa automotriz solo con la adecuada y rápida selección del Consolidador.

Se debe establecer una relación contractual entre los elementos vitales de un Centro de Consolidación:

Planta Automotriz y Consolidador

Planta Automotriz y Proveedor

Consolidador y Proveedor

donde se establezcan claramente las responsabilidades de cada una de las partes; los procedimientos de facturación y en definitiva las reglas de funcionamiento.

Beneficios del Centro de Consolidación

* Económicos

Reducción del capital invertido en inventario garantizando el suministro de piezas al proceso productivo.

Reducción del número de piezas dañadas durante el almacenamiento y manipulación previos a la incorporación en el punto de uso.

Reducción de costos de operación.

*** Area/volumen ocupados**

Liberación de zonas próximas a línea de montaje con la aplicación de las teorías de suministro en las que se fundamenta el Centro de Consolidación.

Incremento de la capacidad de producción con la liberación de áreas.

Optimización del área evitando el exceso de existencias en zonas productivas.

*** Manipulaciones**

Eliminación de las manipulaciones que no añadan valor al producto.

Simplificación de manipulaciones con la aplicación de las teorías de suministro.

La teoría de secuenciación requiere de un sistema de información especializado para su funcionamiento hecho a la medida de la empresa automotriz.

La teoría de secuenciación es claramente aplicable para el suministro de submontajes a línea de montaje como son: motor, parrilla, tablero, etc.

La teoría de suministro Kan-Ban es más recomendable que la teoría de secuenciación porque:

No se invierte en la fabricación de dispositivos adaptados para cada familia de piezas.

Los periféricos para los centros de secuenciación requieren de una instalación más compleja.

La metodología es más simple.

El riesgo de errores en la elección de las piezas es elevado en la teoría de secuenciación lo cual incrementa la posibilidad de producir autos con faltantes.

La inversión en el medio de transporte es elevada por presentar problemas de mantenimiento de ruedas, rodillos, ejes, etc.

Los flujos internos en la nave de montaje dependerán del adecuado establecimiento de rutas internas para los convoyes de carros/plataforma. Esto se relaciona directamente con el establecimiento de un sentido único en pasillos internos de la nave.

Debe plantearse como objetivo a conseguir en el primer Centro de Consolidación la progresiva estandarización de dispositivos de proveedor (contenedores de piezas). Sin embargo, dado que se desea enfocar el mismo como una acción a corto plazo, no se ve viable la migración de todos los proveedores a un único dispositivo en el plazo deseable.

Bibliografía

Harmon, Roy L., y Peterson, Leroy D., Reinventar la Fábrica, Ciencias de la Dirección Navarra, 1a. Edición, Madrid, 1989.

Lubben, Richard J., Just-In-Time: An Aggressive Manufacturing Strategy, McGraw-Hill, 2a. Edición, U.S.A., 1988.

Hutchins, David, Just in Time, Aldershot, Harte, England:Gower Technical Press, Inglaterra, 1988.

Apple, James M., Plant Layout and Material Handling, New York: John Wiley, U.S.A., 1977.

Duncan, William L., Just-in-Time in American Manufacturing, Dearbor, MI: Society of Manufacturing Engineers, U.S.A., 1988.

Goddard, Walter E., Just-in-Time: Surviving by Breaking Tradition, Essex Junction, VT: Oliver Wight. U.S.A. 1986.