

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PRODUCCIÓN Y MERCADEO JUSTO A TIEMPO: CONCEPTOS, ANÁLISIS E  
IMPLEMENTACIÓN.

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA POR

LUIS ALBERTO SANTOS KESTLER

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

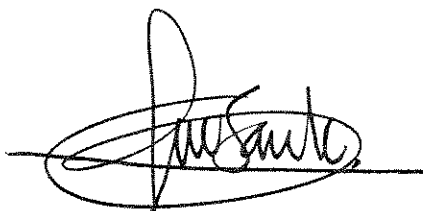
08  
T(4121)  
c. A

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

CUMPLIENDO CON LOS PRECEPTOS QUE ESTABLECE LA LEY DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO A SU CONSIDERACIÓN MI TRABAJO DE TESIS TITULADO:

PRODUCCIÓN Y MERCADEO JUSTO A TIEMPO: CONCEPTOS,  
ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN

TEMA QUE ME FUERA ASIGNADO POR LA DIRECCIÓN DE ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, CON FECHA 30 DE MAYO DE 1996.



LUIS ALBERTO SANTOS KESTLER

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL 1	ING. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ GUERRA
VOCAL 2	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLÓRZANO
VOCAL 3	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRÍA MENDEZ
VOCAL 4	BR. VÍCTOR RAFAEL LOBOS ALDANA
VOCAL 5	BR. WAGNER GUSTAVO LÓPEZ CÁCERES
SECRETARIA	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE I.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK
VOCAL 1	ING. ROBERTO ALVAREZ MEJÍA
VOCAL 2	ING. FRANCISCO ARTURO HERNÁNDEZ
VOCAL 3	ING. PABLO FERNANDO HERNÁNDEZ
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ

Guatemala, 1 de abril de 1997.

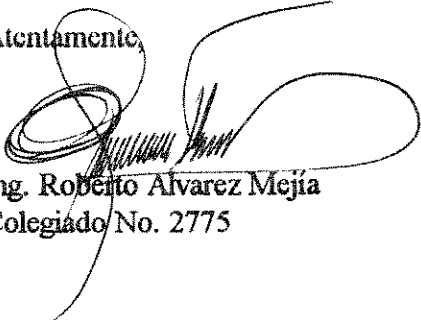
Ing.:  
Francisco Gómez  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he sido asesor del trabajo de tesis titulado: *Producción y Mercadeo Justo a Tiempo. Conceptos, Análisis e Implementación*, presentado por el estudiante universitario Luis Alberto Santos Kestler, Carnet No. 89-12063.

El trabajo presentado por el estudiante Santos Kestler cumple con los objetivos definidos para el desarrollo del mismo y después de revisarlo le doy la aprobación correspondiente. Hago constar que soy corresponsable con el autor del contenido de este trabajo.

Atentamente,



Ing. Roberto Alvarez Mejia  
Colegiado No. 2775



El Catedrático Revisor de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor de Tesis al trabajo de tesis titulado **PRODUCCION Y MERCADEO JUSTO A TIEMPO: CONCEPTOS, ANALISIS E IMPLEMENTACION**, presentado por el estudiante universitario **Luis Alberto Santos Kestler**, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Cecilio Baeza Gamar  
Catedrático Revisor de Tesis  
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, octubre de 1997

emds



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Área, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado PRODUCCION Y MERCADEO JUSTO A TIEMPO: CONCEPTOS, ANALISIS E IMPLEMENTACION, presentado por el estudiante universitario Luis Alberto Santos Kestler,, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODO



Ing. Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, octubre de 1,997.

emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

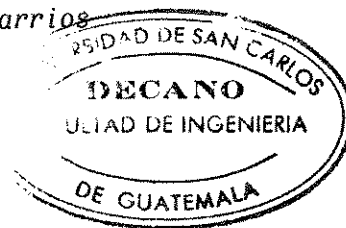
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica y Regional de Post-grado de Ingeniería Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado *PRODUCCION Y MERCADERO JUSTO A TIEMPO: CONCEPTOS, ANALISIS E IMPLEMENTACION*, por el estudiante universitario Luis Alberto Santos Kestler procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

  
Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO



Guatemala, octubre de 1,997.

## DEDICATORIA

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| A Dios                   | Por la existencia.  |
| A mis padres             | Luis Amado Santos G. y Ligia María Kestler de Santos<br>Fuente inagotable de amor, apoyo y comprensión.           |
| A mis hermanas           | Ligia Jeannette<br>Graciela Lucrecia<br>Claudia Margoth<br>Por estar conmigo siempre.                             |
| A mis hermanos políticos | Douglas Alejandro Castañeda<br>Edgard Robert Secord<br>Luis Francisco Carías<br>Por ser como verdaderos hermanos. |
| A mis sobrinos           | Alejandro José, María Fernanda y Ligia María<br>En quienes veo florecer el milagro de la vida.                    |
| A mi novia               | Brenda Frineé Cuéllar H.<br>Por su constante motivación para vivir.   |



# ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ILUSTRACIONES .....	I
GLOSARIO .....	II
INTRODUCCIÓN .....	III
OBJETIVOS .....	IV
1. DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ADMINISTRATIVO Y LA INGENIERÍA INDUSTRIAL .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 APORTACIONES DE LOS PRECURSORES DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL .....	5
1.3 LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL Y SU REPERCUCIÓN EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX .....	10
1.4 APORTACIONES DE LOS ÚLTIMOS AÑOS A LA ADMINISTRACIÓN E INGENIERÍA INDUSTRIAL ...	11
1.5 EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NACIONAL DESPUÉS DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL .....	13
1.6 LA INDUSTRIA NACIONAL ANTE LOS RETOS QUE IMPONE LA GLOBALIZACIÓN ECONÓMICA...	14
2. FILOSOFÍA DE LAS OPERACIONES JUSTO A TIEMPO .....	17
2.1 PROLEGÓMENO .....	17
2.2 BREVE ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN .....	18
2.2.1 Sistemas MRP I y MRP II .....	21
2.3 LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DEL JUSTO A TIEMPO .....	27
2.3.1 Detectar y atacar los problemas fundamentales. ....	28
2.3.2 Eliminar operaciones que no agreguen valor al producto. ....	30
2.3.3 Buscar la simplicidad. ....	33
2.3.4 Establecer sistemas para identificar problemas. ....	33
2.4 REQUISITOS PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE OPERACIONES JUSTO A TIEMPO .....	34
2.4.1 Estructura y diseño del trabajo y de los puestos. ....	34
2.4.2 Creación de centros de responsabilidad a través de células.....	36
2.4.3 Diseño de múltiples líneas de flujo (Tecnología de grupos o de células).....	39
2.4.4 Distribución de estaciones de trabajo (células) en la planta.....	42
2.4.5 Planificación del crecimiento y preautomatización. ....	42
2.4.6 Diseño de los productos. ....	44
2.4.7 Mantenimiento preventivo total.....	45
2.4.8 Control de calidad. ....	46
2.4.9 Cambios de modelo. ....	51
2.4.10 Reorientación del estudio de tiempos y movimientos. ....	52
2.4.11 Sistema de control de producción y flujo de materiales.....	53
3. REQUISITOS Y PROCEDIMIENTOS DE IMPLANTACIÓN.....	59
3.1 ETAPA PRELIMINAR .....	59
3.1.1 Comprensión de la filosofía Justo a tiempo. ....	59
3.1.2 Análisis necesarios para la toma de decisiones. ....	60
3.1.3 Penetración y compromiso logrado en la alta gerencia. ....	61
3.1.4 Selección del equipo y planta proyecto.....	62
3.2 EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN NECESARIA PARA UNA EFECTIVA IMPLEMENTACIÓN .....	63
3.3 CAMBIOS Y MEJORAS EFECTUABLES EN LOS PROCESOS. ....	64
3.4 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y FLUJO DE MATERIALES .....	65
4. LA IMPORTANCIA DE LA FUNCIÓN DE MERCADEO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN JUSTO A TIEMPO .....	67
4.1 IMPORTANCIA Y REQUISITOS DE LOS PROVEEDORES JUSTO A TIEMPO .....	67
4.2 RELACIÓN ENTRE CLIENTES Y PROVEEDORES .....	68
4.2.1 Número de Clientes y Proveedores. ....	69
4.2.2 Vínculos a largo plazo. ....	69
4.2.3 Importancia de la comunicación e involucramiento mutuo. ....	70
4.2.4 Evaluación del proveedor. ....	70
4.2.5 Evaluación del cliente. ....	72

4.3	BENEFICIOS DE LAS COMPRAS JUSTO A TIEMPO .....	73
5.	IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA DE OPERACIONES JUSTO A TIEMPO EN LA PRÁCTICA.....	75
5.1	DESCRIPCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN, ESTRUCTURA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA.....	75
5.2	PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN. PRIMERA ETAPA .....	79
	5.2.1 Capacitación básica.....	79
	5.2.2 Determinación de factores relevantes para la toma de desiciones.....	81
	5.2.3 Educación y compromiso a todo nivel; la base de una implementación satisfactoria.....	84
	5.2.4 Selección del equipo y sección para el proyecto piloto. ....	84
5.3	PROPUESTA DE PLAN DE CAPACITACIÓN INICIAL Y PERMANENTE PARA TODOS LOS TRABAJADORES .....	85
5.4	REDISEÑO DE PRODUCTOS Y PROCESOS.....	86
5.5	OPCIONES PARA LA REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA CONFORME A LOS NUEVOS REQUERIMIENTOS DE PRODUCCIÓN .....	86
5.6	SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN Y FLUJO DE MATERIALES .....	87
5.7	COMO FOMENTAR EL MEJORAMIENTO CONTINUO .....	88
	CONCLUSIONES.....	V
	RECOMENDACIONES .....	VI
	BIBLIOGRAFÍA .....	VII
	ANEXOS.....	VIII

## LISTA DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

2-1	Tipos de productos y procesos de producción.....	20
2-2	Control de existencias y lanzamiento de ordenes de producción.....	22
2-3	Control de existencias para lanzamiento de pedidos.....	24
2-4	Principios básicos del JAT.....	28
2-5	Analogía del río.....	29
2-6	Objetivo del JAT.....	32
2-7	Célula de producción/ensamble.....	38
2-8	Atención a células según demanda.....	39
2-9	Cambio de distribución orientada al proceso a orientada al producto.....	41
2-10	Modelo de mejoramiento continuo de la calidad.....	49
2-11	Cuadro de precontrol.....	50
2-12	Procedimiento de reducción del tiempo de preparación.....	53
2-13	Principio de funcionamiento de Kanban.....	56
2-14	Extensión del sistema Kanban.....	57
3-1	Secuencia de actividades de implementación.....	65
4-1	Requisitos e interacción entre cliente y proveedor.....	68
4-2	Vínculos tradicionales Vrs. vínculos JAT.....	69

### TABLAS

2-1	Ejemplo de soluciones con enfoque JAT.....	30
2-2	Eliminación de operaciones que no agregan valor al producto.....	32
3-1	Beneficios cuantificables y no cuantificables.....	61
5-1	Costos y beneficios de la implementación del JAT.....	83

## GLOSARIO

**Célula de producción.** Constituye la agrupación de una serie de máquinas, herramientas y personas cuyo fin es procesar un grupo o familia de producción, de tal forma que se obtenga un flujo lineal de producción, generalmente, en forma de "U" con una estación dispuesta a continuación de otra.

**Familia de producción.** Se constituye por partes o componentes similares, agrupados, clasificados y codificados, de tal manera, que pueda claramente identificarse su semejanza en forma, geometría, materiales y proceso de fabricación.

**International Standards Organization (ISO).** Organización internacional de estándares, fundada en 1946 en Ginebra, Suiza, con la misión de promover prácticas comerciales recíprocas, basadas en la estandarización de productos, beneficiando, igualmente, al productor y consumidor en la aceptación de productos en los mercados globales.

**Justo a tiempo (JAT).** Denominación común que recibe la filosofía empresarial y de gestión de producción nacida en Japón después de la Segunda guerra mundial, cuya preocupación principal es la de crear un entorno que permita operar, eficazmente, un sistema productivo, de tal manera que éste llegue a constituirse, únicamente, de operaciones que agreguen valor y no costo a los productos y servicios, es decir, se concentra en la eliminación de desperdicios, tanto en las operaciones internas de la empresa como en las actividades de intercambio con el exterior; se espera que el alcance de su filosofía penetre a todas las actividades de la empresa para cambiar su funcionamiento, con el propósito de optimizar la satisfacción del cliente, reduciendo el costo total, proveyendo productos que satisfagan, perfectamente, las expectativas del cliente, en las cantidades exactas y en el momento indicado.

**Kaisen.** Término japonés utilizado para denominar al proceso de mejoramiento continuo a través de la evaluación permanente de los factores internos y externos de una organización, para la optimización de sus resultados.

**Kanban.** Término japonés que significa tarjeta; es utilizado para denominar cualquier señal visual empleada para emitir una orden de mover o producir un producto.

**Lote.** Cantidad de artículos iguales a producir.

**Manufactura celular o Tecnología de grupos.** Nombre que se le da al proceso de identificar familias de producción y crear células de producción para su fabricación o ensamble.

**Manufacturing Resources Planning (MRP II).** Sistema utilizado para planificar los recursos de producción de un periodo determinado en base a pronósticos. Se apoya principalmente en el uso de recursos informáticos. Es una versión mejorada del MRP.

**Materials Requirements Planning (MRP).** Sistema utilizado para planificar las necesidades de materias primas para periodo determinado con base en pronósticos. Se apoya principalmente en el uso de recursos informáticos.

**Producción continua.** Nombre que se da a la producción originado por el alto volumen de artículos iguales.

**Producción intermitente.** Se llama así a la producción que se origina por la fabricación de artículos bajo pedido (tamaño de lote igual a uno), en la que cada producto es diferente.

**Producción repetitiva por familias.** Nombra al sistema tradicional por el que se producen familias de productos por lotes.

**Producción repetitiva.** Sistema bajo el que se producen artículos, generalmente, de ensamble, iguales o en pocas variantes.

**Producto modular.** Producto que puede ser elaborado con tecnología modular de ensamble, es decir, que comparte muchas partes con otros modelos de la misma familia de productos.

**Shojinka.** Término de origen japonés utilizado para denominar al sistema de mano de obra flexible que permite ajustar el número de trabajadores, por célula de producción, conforme a la demanda.

**Tecnología modular de ensamble.** Tecnología de fabricación que permite que las diferentes variantes del producto cuenten con muchas partes comunes, lo que simplifica la producción de diferentes modelos sin llevar a cabo cambios significativos en el esquema de producción.

**Tiempo de preparación.** Se le denomina así al periodo tiempo comprendido desde que se detiene una célula de producción, al dejar de elaborar un modelo, hasta que se inicia la producción de un modelo diferente, después de haber hecho los cambios necesarios.

## INTRODUCCIÓN

La Ingeniería, tal como se conoce hoy, al igual que muchos otros campos del conocimiento científico, es el resultado de un proceso de desarrollo sostenido a través de las diferentes etapas de la historia humana, sin embargo, los avances del presente siglo constituyen logros sin precedentes, principalmente, en el campo de la Tecnología, lo cual, sumado a la consecuente mejora en los medios de transporte y las telecomunicaciones y los cambios políticos, sociales, económicos y culturales a nivel mundial, han dado como resultado la globalización de mercados, haciendo cada vez más difícil la tarea de producir artículos competitivos y de calidad. En Guatemala, al igual que en muchos otros países del mundo, se llevan a cabo esfuerzos por mejorar las condiciones que favorezcan el libre comercio internacional, esto significa que se debe estar preparado para hacer frente a la fuerte competencia de productos provenientes de otras partes del mundo; de no ser así, la industria nacional experimentará serios problemas para subsistir.

La clave del éxito económico obtenido por otros países, dentro del contexto del comercio global, radica, principalmente, en su continua búsqueda por incrementar la productividad. Japón, por ejemplo, en tan sólo cerca de cincuenta años, pasó de ser un pueblo sumido en la ruina económica a ser una de las más importantes potencias del mundo, motivados, principalmente, por la necesidad de reactivar su economía haciendo uso de los escasos recursos con los que contaba, llegando a constituirse un ejemplo a seguir en lo que a calidad y eficiencia se refiere.

En alguna forma, algunos países, entre los que se puede incluir a Guatemala, se encuentran actualmente en similar situación a la que vivió Japón después de la derrota sufrida durante la Segunda Guerra Mundial. El inminente riesgo a la ruina económica constituye, sin duda alguna, la mayor amenaza a afrontar y, quizá, la fórmula a adoptar para reducir el riesgo sea la misma que tomaron aquellos países que se han asegurado el desarrollo; la búsqueda de la productividad, es decir, aprovechar al máximo los recursos con los que se cuenta, incrementando la productividad y haciéndose competitivos a través de la capacitación constante.

En el presente trabajo podrá encontrar una breve reseña del desarrollo del pensamiento administrativo hasta nuestros días, posteriormente se describen y analizan los conceptos básicos que rigen la gestión de los sistemas tradicionales de producción para luego, presentar una opción, cuya implantación, supone substanciales

incrementos en la productividad por medio de principios y técnicas sencillas de comprender y de aplicar; la filosofía Justo a tiempo.

Se incluyen aquí los conceptos fundamentales de la Filosofía de gestión de producción justo a tiempo, sus principios básicos, sus estrategias, aspectos operacionales y de control de producción, al final se incluye un posible procedimiento a seguir para llevar a cabo una implementación exitosa.

## OBJETIVOS

### General

Presentar a todas las personas a cargo de sistemas productivos, una herramienta cuya aplicación efectiva proporcionará un incremento sustancial en los niveles de productividad, esto, a través de transformaciones y principios simples, aplicables tanto en el sector industrial como en el de servicios.

### Específicos

- Brindar al profesional y estudiante de ingeniería y toda persona interesada en el tema, una guía de los principios de la Filosofía de gestión de producción justo a tiempo.
- Describir la función que desempeña el sistema de mercadeo en el ambiente productivo actual.
- Identificar los aspectos indispensables a considerar para ejecutar una implementación efectiva del Justo a tiempo y presentar una opción de la manera como se puede llevar a cabo.
- Contribuir a erradicar las deficiencias y mejorar las facilidades con las que cuenta el estudiante y profesional de la Ingeniería Industrial para llevar a la práctica la implementación de un sistema de producción y mercadeo Justo a tiempo.



---

# 1. DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ADMINISTRATIVO Y LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

## 1.1 ANTECEDENTES

Las habilidades del buen administrador han sido desde los inicios de la humanidad una importante y poderosa herramienta de la que se han valido los líderes de la historia, esto los constituyó no sólo en excelentes administradores; en algunos casos, también, en eficientes ingenieros dirigiendo grandes obras. Sin embargo, el hecho de que la administración no fuera reconocida por las antiguas civilizaciones como una práctica trascendental, dio como resultado una escasez de referencias que hace, a su vez, difícil reconstruir su historia.

Los primeros indicios concretos de la necesidad de administrar surgen, probablemente, en forma paralela, con las primeras técnicas de cultivo, ya que éstas trajeron consigo la formación de las primeras villas y la transformación del hombre al sedentarismo. El continuo incremento de la cantidad y tamaño de dichas villas originó el surgimiento de métodos elementales para el manejo de los negocios y asuntos de estas pequeñas sociedades, de aquí que sus administradores hayan tenido que ocuparse de asuntos referentes a la tributación, uso de recursos, seguridad, acuerdos comerciales, división del trabajo y de los bienes, etc., aún antes de que las primeras prominentes civilizaciones surgieran, todo esto unos 10,000 a 9,000 años a. de J.C.

Posteriormente, el crecimiento de las villas y la consecuente aparición de importantes administradores, como el legislador bíblico, Salomón, originó la necesidad de delegar, en servidores de confianza, la realización de sus deseos. En algunos casos el poder de estos servidores creció, a tal grado, que se convirtieron en líderes espirituales de sus pueblos y tribus, estableciendo tabúes y normas de conducta, propios, al igual que formas para asegurar obediencia. De ésta forma surgieron las antiguas civilizaciones. Un ejemplo de los pueblos así surgidos son los sumerios, de alrededor de 5,000 años a. De J.C., los sacerdotes, gobernantes en esa cultura, se vieron obligados a llevar registro de sus vastas transacciones comerciales y tributarias para, luego, rendir cuentas de las

hacia el año 120 a. de J. C.; para el 219 d. de J. C. este método se modificó, clasificando a los postulantes en nueve diferentes categorías relacionadas con su habilidad, experiencia, etc. En el año 606 d. De J. C. se reemplazó por un examen gubernamental que excluyó del proceso de selección la parcialidad generada por la clasificación.

Los griegos, por su parte, conocieron el Método científico pero sin llegar a registrarlo como tal. Su gobierno democrático y el surgimiento de la *polis* como forma de administración de la ciudad por medio de la deliberación o supervisión deliberativa, demostró verdaderas cualidades administrativas. Tempranamente, reconocieron que el producir con métodos uniformes y tiempos estipulados incrementaría la productividad. Otros hechos remarcables son: el concepto de especialización dictado por Platón, el principio de Universalidad de la Administración reconocido por Sócrates y los escritos de Jenofonte que cubren amplios aspectos relacionados con Administración e Ingeniería Industrial. En general, la mayor documentación relacionada con este tópico, en este período de la historia, la legó el pueblo griego.

Algunos otros pueblos hicieron aportaciones igualmente importantes, sin embargo, la generalidad de conceptos compartieron características similares; se basaron en el Método de prueba y error, hubo poco intercambio de información y ninguna teoría estricta, en términos científicos. Tampoco existe evidencia de unificación o secuencia alguna de acontecimientos que propiciaran la consolidación de los principios practicados.

Más adelante, durante el período medieval, surge de la necesidad de seguridad y protección de los individuos la figura del feudalismo, organización caracterizada por la delegación de autoridad en grados descendientes. La cabeza de esta nueva figura la constituyó el emperador o rey, poseedor de la tierra, debajo de él en jerarquía, sus vasallos, que, a su vez, se valían de subvasallos. Como última figura de autoridad en esta cadena de mando se encontraba el señor feudal, quien, a su vez, tenía arrendadores dependientes, denominados libros y como último eslabón los siervos. En cada uno de los niveles existentes, el subordinado era requerido de brindar algunos servicios específicos a cambio de la tenencia de tierra. Este sistema administrativo adoleció de grandes problemas debido al alto grado de descentralización, con poco equilibrio en la ubicación de la autoridad y la autonomía local. Por sus características, son pocos los escritos que plasmen el pensamiento administrativo de la época, legando, igualmente, pocos avances en la materia.

actualidad, propuesto por Adam Smith; éste constituye la mayor aportación, entre muchas otras, legadas por el autor en mención en materia de administración.

Los años subsiguientes, de 1,785 a 1,835, constituyen un periodo de transición hacia la administración científica, durante los cuales aparecieron claros avances en esta materia. Las empresas que aplicaron los principios, hasta ese momento desarrollados, mostraron un alto grado de orden y eficiencia en sus operaciones, y, se adelantaron en la práctica a los conceptos desarrollados por otros autores casi cien años más tarde.

Durante los primeros años del Siglo XIX surge gran cantidad de escritos orientados a la administración dentro de las empresas, examinando los fundamentos de su aplicación, pero, sin llegar a formar una teoría coherente; de esta manera se dio inicio a un proceso que, ya para finales del siglo, delineaba los aspectos básicos de la administración científica, tal como hoy se conoce, profundizándose en su alcance a todos los niveles de la organización, reconociéndose como un campo factible de enseñarse a nivel universitario y consolidándose como un sistema completo y delimitado de conocimiento que afectaba la actividad económica del hombre.

## 1.2 APORTACIONES DE LOS PRECURSORES DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Como se expuso en la sección anterior, el Siglo XIX constituyó una época de abundantes aportaciones en materia de administración, resultando, en una tendencia generalizada, a la investigación científica orientada al campo de la administración. A finales de dicho siglo surgió una figura que, en su momento, promulgó principios con, por lo menos, dos o tres décadas de adelanto. En efecto, Frederick W. Taylor, conocido como el padre de la administración y del estudio de tiempos y movimientos, aunque éstos se hubieran realizado con anterioridad en Francia e Inglaterra, observó la manera tan empírica en que las empresas eran dirigidas. Taylor dedicó gran parte de su carrera profesional a la experimentación con los hombres bajo su supervisión, así como la interrelación entre ellos, la maquinaria y los materiales, lo cual equivaldría a estudios de tiempos y movimientos. A través de su experiencia desarrolló un sistema coordinado de administración de talleres para, luego, expandir sus conceptos para crear la filosofía conocida como administración científica. Varias etapas, cronológicamente consecutivas, tuvieron lugar antes que Taylor compilara todos los elementos para elaborar su trabajo final sobre el tema. Primero condujo estudios de tiempos y movimientos bajo condiciones controladas, deduciendo que la utilización de métodos y materiales

Otro brillante bastión del Pensamiento administrativo fue el colaborador y protegido de Frederick Taylor, Henry L. Gantt, quien, por su carácter tendiente a sentir simpatía por los poco privilegiados y procurar oportunidades iguales para todos, dio origen a dos conceptos importantes: el humanismo y la bonificación por tarea.

Realizó importantes aportaciones a la administración moderna.

- El Diagrama o Gráfica de Gantt que, a través de líneas ilustra la actividad contra el tiempo requerido para llevarla a cabo, ampliamente utilizado, para el control del desarrollo de las actividades conforme a la planificación.
- Un plan de remuneración con bonificación por tarea que, a diferencia del de Taylor, estipulaba un salario mínimo, aún cuando la producción lograda fuera inferior al estándar fijado, brindando una bonificación a quien lograba el estándar y recompensando al que lo sobrepasara.
- Estableció una política de capacitación que consideraba el instruir al operario para hacerlo más eficiente y confiable.
- Gantt también impulsó el concepto de responsabilidad industrial, su orientación al servicio lo inclinó a enfatizar el colocar este último como fin primordial para la subsistencia del sistema americano de negocios.

A pesar de que la mayoría de principios que propuso consistieron en refinamientos a otros ya existentes, con su trabajo se profundizó el sentido de la Administración científica.

Sin embargo, al hablar de precursores de la Ingeniería industrial y de la Administración científica se encuentran aportaciones igualmente importantes, hechas por investigadores como Frank B. Gilbreth quien, habiendo aprobado los exámenes de aptitud del Instituto Técnico de Massachusetts, decidió entrar a la industria de la construcción como aprendiz de albañil. Desde que inició su capacitación en este oficio observó que los albañiles utilizaban diferentes movimientos para enseñar, para trabajar despacio y para trabajar rápido. Del interés despertado por este fenómeno inició estudios de movimientos realizados por los hombres en interrelación con su trabajo, diseñando métodos, equipo y materiales más eficientes que en conjunto proporcionaron grandes incrementos en la productividad.

Lillian Moller, con estudios de administración y psicología, contrajo matrimonio con Gilbreth en 1904 y juntos iniciaron una búsqueda continua de mejores métodos de trabajo.

posición muy ventajosa respecto de la situación en que se encontraba cuando tomó el control.

Fayol y Taylor se ocuparon, básicamente, del mismo problema, sin embargo, Fayol lo enfocó partiendo de los niveles altos hacia abajo en la escala jerárquica.

Retardado dos años por la guerra, Fayol publicó en 1916 su obra *Administration industrielle et générale* en el boletín de la Sociedad Industrial y en 1929 como libro traducido al inglés.

La teoría de Fayol, por su universalidad, tuvo éxito en campos diferentes al industrial, considerándola como válida para cualquier forma de esfuerzo humano y, por consiguiente, indispensable el ensaíarla en escuelas y universidades. Su teoría dividía la actividad industrial en seis funciones diferentes: técnica, comercial, financiera, seguridad, contable y administración. Estableció que la más importante de éstas era la administración y la dividió en cinco componentes: planificación, organización, dirección, coordinación y control. Estableció, para el aseguramiento de su efectividad, catorce principios básicos que se debían cumplir.

1. División del trabajo.
2. Autoridad y responsabilidad.
3. Disciplina.
4. Unidad de mando.
5. Unidad de dirección.
6. Subordinación del interés individual al interés general.
7. Remuneración.
8. Centralización.
9. Cadena de mando.
10. Orden.
11. Equidad.
12. Estabilidad en la permanencia del personal.
13. Iniciativa.
14. Espíritu de equipo.

Fayol hizo especial énfasis en la unidad de mando, lo que constituyó una importante aportación. Sus escritos se reconocen como la primera teoría administrativa completa, sin duda, representó una invaluable aportación al concepto administrativo contemporáneo.

calidad deficiente. Paralelamente a la incursión de fábricas automotrices japonesas, otros productos hicieron su aparición; motocicletas, fotocopadoras, electrodomésticos y algunos otros iniciaron semejantes incursiones basados en la estrategia de atender mercados poco atendidos con productos de bajo precio y alta calidad, afianzando posiciones regionales con el objetivo de motivar el crecimiento e impulsar las utilidades. Paralelamente a este fenómeno, el crecimiento de la productividad de los Estados Unidos empezó a manifestar un decremento, mientras que el Japón obtenía índices de crecimiento muy superiores a los de su contraparte norteamericana, que intentó contrarrestar este efecto con estrategias de índole financiera, descuidando el aspecto fabril. En contraposición, los japoneses basaron su éxito en la optimización de sus escasos recursos, lo que los colocó a mediados de los años setenta en una posición privilegiada en el mercado norteamericano, originando una intensa competencia global que se mantiene hasta hoy. Como resultado final, Estados Unidos empezó también una continua campaña en busca de implantar métodos japoneses de fabricación para principios de los años ochenta, mientras que Japón venía haciéndolo desde treinta años atrás.

El modelo japonés ha sido copiado por industrias en todo el mundo obteniendo diferentes niveles de éxito. Este modelo basado en la optimización de todos los recursos fabriles cuyo éxito se fundamenta en el factor humano constituye el objeto del presente trabajo, con el fin que pueda servir de referencia el investigador interesado en este tópico.

#### 1.4 APORTACIONES DE LOS ÚLTIMOS AÑOS A LA ADMINISTRACIÓN E INGENIERÍA INDUSTRIAL

La Segunda mitad del Siglo XX ha representado un período de revisión de principios administrativos que estuvieron vigentes durante la primera mitad del mismo siglo. Los principios de Taylor fueron ampliamente aplicables bajo ciertas condiciones imperantes en la época; bajo nivel de educación, poca tecnología disponible, percepción de la empresa como opresora o explotadora, poco conocimiento de las ciencias de la conducta, entre otras, fueron las principales razones de su amplia aceptación.

En contraposición a estas condiciones, un alto nivel de educación e instrucción, vasta tecnología disponible, amplio conocimiento de la psicología y la creación de una nueva imagen corporativa e integral de las empresas no constituyen un ambiente idóneo para continuar dentro del rutinario esquema propuesto por Taylor hace casi cien años.

involucramiento total de los empleados, desarrollados con alguna profundidad en el Capítulo 2.

## 1.5 EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NACIONAL DESPUÉS DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Por su parte, la industria nacional durante este período ha logrado un significativo desarrollo en algunas áreas, sin embargo, algunas aún no han sido tecnificadas, empezando por la misma industria agrícola, que constituye la principal fuente de ingresos de Guatemala, su tecnificación no comenzó sino en años recientes y únicamente en el caso de los grandes productores; el pequeño productor carece de la tecnología y conocimientos que le permitan incrementar su productividad. Lo mismo sucede en otros campos donde existe también abundancia de recursos, pero, escasez de capital y tecnificación, tal es el caso de la minería, en el que son muy pocos los productos que se extraen y procesan localmente, muchos son aún exportados y, luego, importados como productos elaborados o refinados para utilizarse como materia prima en otros procesos.

Siendo esta la base de la economía nacional, el país se hubiera estancado. Para principios de los años 50, la aportación hecha al producto nacional bruto por la agricultura triplicaba la correspondiente a la industria, que provenía, básicamente, de industrias básicas. El crecimiento registrado de la industria de esos años en adelante ha sido mayor que el de la agricultura debido, principalmente, a legislaciones favorables a su desarrollo, introducción de industrias de transformación, mayor inversión en bienes de capital y mayor tecnificación. En años más recientes, la industria de transformación, como por ejemplo la maquila, las zonas libres de comercio, los programas de ayuda para el desarrollo, la inversión extranjera, el establecimiento de empresas transnacionales, entre otros, han contribuido a incrementar el grado de industrialización de Guatemala, pero, aún así, no podría llegar a considerarse un país industrializado, ya que la economía nacional continúa basándose, en buena medida, en la ganadería y la agricultura y aún en otras fuentes de ingresos como el turismo.

- una política económica que agilice y facilite la obtención de divisas y permita acceso a financiamientos con menores tasas de interés;
- un ambiente político menos incierto que beneficie la imagen en el exterior y permita aminorar las diferencias que dieron origen a la guerra interna que se vive.

Es importante recordar que elevando la productividad y competitividad se incrementa, también, el nivel de vida a través de aumentos salariales que mejoren efectivamente el poder adquisitivo de la moneda sin recaer en los costos de producción y frenando la espiral inflacionaria.

De lo anterior es fácilmente deducible que no son sólo las medidas económicas o el manejo de las finanzas del país lo que mejorará sus condiciones. Se requieren cambios profundos y constantes en la búsqueda de la productividad y competitividad, ya que de no ser así llegará el momento en que los productos procedentes del exterior invadirán el mercado local, dejando fuera del campo de batalla al productor nacional, deteriorando la economía. Dichos cambios requieren la participación activa de todos los guatemaltecos, que a través de la superación personal impulsan el crecimiento del país. Esto está demostrado en algunas industrias en que los principios de calidad total han echado raíces y han fructificado en un ambiente de mejoramiento continuo y sostenido tanto en los resultados esperados por las empresas como en las condiciones que brindan a sus trabajadores.

Muchas podrían ser las empresas que logran estos resultados si iniciaran acciones encaminadas a lograr procesos y productos de categoría mundial a través de programas basados en la educación y revalorización de todos los trabajadores y haciendo uso de algunos organismos y entidades que comparten el objetivo común de elevar la productividad; el Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), la organización para la cultura de la Calidad Total (OCCT), así como de la estandarización de productos a través de normas como las ISO y las establecidas por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

En resumen, el mayor reto que enfrenta Guatemala, ante la tendencia globalizadora, es el de elevar el nivel de educación a todo nivel, para que a través de un esfuerzo conjunto del sector industrial, comercial, gubernamental y laboral se incrementen en forma continua y sostenida la competitividad y productividad de la Industria Nacional, para lograr alguna participación en el mercado mundial y, así, elevar las condiciones y nivel de vida de todos los guatemaltecos.



---

## 2. FILOSOFÍA DE LAS OPERACIONES JUSTO A TIEMPO

### 2.1 PROLEGÓMENO

Dentro del cada vez más competitivo ámbito fabril y comercial desarrollado en las postrimerías del Siglo XX se han dado profundos cambios en los estilos de vida de los individuos, cambios que han repercutido en el comportamiento de los mercados. Las dos décadas siguientes a la segunda guerra mundial, condicionadas por los efectos de la misma, hicieron pensar que el mercado norteamericano era, en forma casi exclusiva, el único al cual se debían dirigir aquellas compañías que quisieran obtener amplios beneficios en sus actividades comerciales. Los diez años subsiguientes, es decir, aproximadamente entre 1965 y 1975, marcaron una nueva etapa en el comercio internacional; los países orientales, encabezados por Japón, empezaron a abrirse espacio y a ocupar, inicialmente, pequeños segmentos del mercado norteamericano, los que, posteriormente, ampliaron, basados en filosofías de producción fundamentadas en la fabricación de productos que satisfacían los requerimientos de calidad de los clientes a precios muy accesibles, buscando afianzar posiciones a largo plazo. Para mediados de la década de los setenta y principios de los ochenta, la fuerte competencia japonesa empezó a dejar profundas huellas en muchas compañías que durante mucho tiempo se habían mantenido como líderes, esto marcó el inicio de las operaciones en mercados globales y de una continua búsqueda por mejorar la productividad para ser competitivos.

Como resultado de este proceso, la apertura de fronteras comerciales ha fomentado niveles nunca antes sospechados de competencia para lograr alguna participación en los mercados, extendidos ahora a todo el mundo y conformados por más consumidores con mayor capacidad de compra y con mayores opciones de bienes y servicios provenientes de corporaciones que operan a nivel continental o, inclusive, mundial. Esta tendencia generalizada hacia la globalización económica ha impuesto nuevos retos a los altos ejecutivos, cuya labor ya no se limita únicamente a un mercado local o regional, como fuera el caso a mediados de siglo, ahora se ven obligados a

- se utilizan, económicamente, las máquinas para el mejor aprovechamiento de las economías de escala;
- la distribución de la planta esta orientada al producto y no ofrece ninguna flexibilidad;
- se utiliza en el caso de productos de consumo masivo cuya venta se realiza a través de grandes contratos, por lo general, pactados a largo plazo y cuyo monto futuro de ventas no es difícil de estimar a través de pronósticos basados en hechos del pasado para programar la producción.

b) En el otro extremo encontramos los productos de fabricación intermitente, los cuales, por lo general, se fabrican únicamente bajo pedido, siguiendo las especificaciones del cliente y, en muchos casos, se trata de diseños únicos que no volverán a repetirse durante mucho tiempo. Entre las principales características de los sistemas de fabricación intermitente están las siguientes:

- se fabrica gran cantidad de productos en variados volúmenes de producción; algunos autores consideran, éste un caso especial de la producción por lotes, en la que dichos lotes pueden llegar a tener un tamaño unitario;
- las estaciones de trabajo por las que ha de pasar un producto determinado se encuentran distribuidas por especialidad, es decir, agrupadas por semejanza y en forma interdependiente; esto implica que no hay un flujo identificable para los productos; por el contrario, se pueden identificar múltiples recorridos para los productos en proceso en un momento dado, esto, por lo general, resulta en un difícil manejo de materiales;
- las máquinas son de tipo universal, de tal forma que puedan trabajarse en ellas una operación específica sobre la variedad de productos que en la planta se elaboran;
- la distribución del equipo en planta se elabora orientada al proceso, colocando el equipo por departamentos que agrupan máquinas que pueden elaborar operaciones semejantes, lo cual ofrece alguna flexibilidad relativa para la elaboración de los variados productos que se procesan.

preferencias, etc., para lo cual, se ha hecho necesaria la creación de diferentes variaciones de productos que antes fueran únicos.

De lo anterior puede concluirse que la mayoría de industrias se ubican en algún punto intermedio entre la fabricación intermitente y continua, siendo éste el caso, gran parte de los sistemas de manufactura pueden tratarse como un caso especial de fabricación por lotes; aquel en el que existen productos que se asemejan en su trayectoria de proceso, en cuanto a los procesos de manufactura que en ellos se realizan, tiempo de preparación, tiempo de ciclo, inspección que necesitan, materiales, etc., y que, por ello, pueden agruparse por familias, las que, a su vez, pueden ser elaboradas en pequeñas líneas de producción, trabajando como minifábricas controlables y completas, denominadas células, que conforman líneas de flujo en las que se cuenta con todo lo necesario para llevar a cabo no la misma pieza o producto una y otra vez, sino, la misma familia de productos. Muchos de los sistemas productivos que en la actualidad se operan de alguna otra forma, pueden llevarse a trabajar de esta forma por medio de algunos cambios. El presente trabajo trata, principalmente, de este tipo de sistemas de producción, por lo que más adelante se ampliarán, con mayor detalle, sus características.

### 2.2.1 Sistemas MRP I y MRP II

Un fabricante por lotes puede tener cientos de pedidos fluyendo al mismo tiempo a través de los diferentes departamentos o puestos de trabajo. El planificar, organizar, dirigir y controlar un sistema productivo conformado por materiales, maquinaria y seres humanos, de tal forma que permita llevar un producto de calidad satisfactoria y uniforme, en las cantidades exactas y manteniendo un costo total competitivo, puede requerir gran cantidad de trabajo.

En los enfoques tradicionales de la producción regidos por los niveles de existencias, lo que determina cuándo y cuánto se produce, está basado en una política de inventarios. Estos métodos pueden presentar gran simplicidad, pero, constituyen únicamente una solución parcial, ya que no toman en consideración factores altamente determinantes de los costes de producción y tampoco plantean alguna mejora para incrementar los niveles de productividad.

Las políticas para el control de existencia no implican ningún análisis del aspecto de fabricación, su único interés es mantener los niveles de existencias de productos acabados produciendo lo que hace falta o lo que está, de acuerdo al inventario, por debajo del nivel de reaprovisionamiento, con lo que se espera recibir las materias primas,

- cuando se han sobrestimado las ventas de muchos productos simultáneamente y se mantienen las existencias sobre el nivel de reaprovisionamiento, da origen a una disponibilidad excesiva en la planta y al consiguiente riesgo de crear inventarios obsoletos que pudieran llegar a permanecer en bodega durante mucho tiempo;
- por el otro lado, cuando se ha subestimado la demanda y muchos productos caen simultáneamente por debajo del nivel de reaprovisionamiento, surge gran cantidad de inconvenientes al no ser suficiente la capacidad instalada de la planta para llevar de nuevo a todos los productos por encima de dicho nivel, generando de esta manera un deficiente nivel de servicio y satisfacción del cliente, tanto interno como externo;
- cuando los ciclos de producción se hacen excesivamente largos, la previsión se dificulta, con lo que los resultados se hacen más inciertos;
- se originan altos costos financieros debido, principalmente, al almacenamiento por largos periodos de tiempo, entre más largo sea el tiempo ciclo, más volumen de producción se requiere y se incide en un mayor costo.

Suponiendo que se hayan estimado con alguna exactitud los tiempos ciclo de los productos, se presenta a continuación un modelo con el que se puede llevar a cabo el control de existencias.

Para llevar a cabo este control, es necesario tomar en consideración los siguientes elementos:

- si al verificar las existencias, algún producto se encuentra por debajo del nivel de reaprovisionamiento, se cursa un nuevo pedido o la orden de producción de un nuevo lote;
- se espera que una vez transcurrido el plazo de entrega o el tiempo de fabricación, el lote ingrese al almacén. Adicionalmente, se considera un stock de seguridad que resguarda en caso de algún retraso en reaprovisionamiento, tal como lo muestra la Figura 2-3.

El tamaño de lote a pedir o producir,  $q^*$ , aumenta en función de los costes de producción y/o preparación y de la demanda y disminuye conforme aumentan los costes de almacenamiento. Uno de los modelos propuesto para la determinación del tamaño óptimo de lote utiliza la siguiente ecuación:

$$q^* = \sqrt{2rc_3/c_1}$$

costos financieros comenzaron a inclinar la balanza a favor de políticas que impulsaban la optimización del uso de los recursos, principalmente, de los financieros. La presión ejercida por estas circunstancias, originó la tendencia a reducir los niveles de existencias y a desarrollar gestiones de tipo proactivo, que prestan mayor atención a los hechos futuros, permitiendo responder con mayor dinamismo y exactitud a los cambios requeridos en la gestión de los sistemas productivos.

En esta etapa los sistemas que obtuvieron mayor atención fueron los de Planificación de Necesidades de Materiales MRP (Materials Requirements Planning) y los de Planificación de los recursos de fabricación MRP II (Manufacturing Resources Planning) basados en el uso de recursos informáticos de software y hardware para el cálculo de algunas cifras relativas a la gestión de la producción. Los sistemas MRP permiten que a través de los pronósticos de la demanda futura, las existencias se aumenten únicamente lo que sea necesario, para responder a las necesidades que sean claramente previsibles.

El MRP trabaja conforme a los siguientes lineamientos:

1. determinar la disponibilidad de la capacidad instalada, las existencias y la demanda prevista para un producto, con el fin de generar una programación maestra de la producción MPS (Master production scheduling) que indique las cantidades a producir durante determinado período de tiempo;
2. con la ayuda del MRP se realiza el desglose de materiales a solicitar, asimismo, se determina en qué momento se deben lanzar los órdenes de producción o pedido necesarios para producir la cantidad prevista a partir del MPS;
3. la salida resultante de la operación de éstos es un plan detallado de las necesidades de materiales y componentes a producir o comprar al igual que las fechas en que cada actividad debe efectuarse.

Como puede observarse, el sistema MRP tiene como principal objetivo el ejercer control sobre algunas funciones de producción y los niveles de existencias. Después de obtenido algún éxito relativo con la utilización del MRP, éste se fue ampliando hasta cubrir muchas de las actividades de las empresas, a esta nueva versión ampliada se le dio el nombre de planificación de los recursos de fabricación MRP II.

Tal como se mencionó con anterioridad el MRP II consiste en una versión mejorada del MRP, tales mejoras incluyen; mejor capacidad de cálculo, planificación de un número mayor de áreas logrando mayor detalle y coordinación, entre otros. A partir

## 2.3 LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DEL JUSTO A TIEMPO

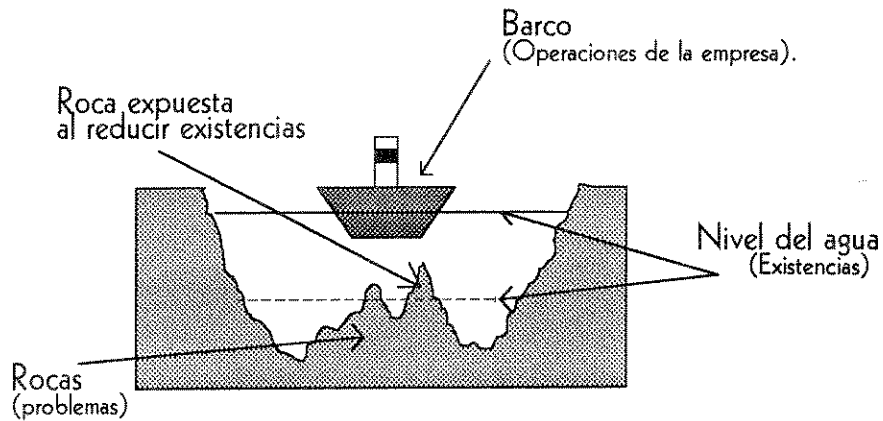
Anteriormente se habló de los sistemas tradicionales de gestión de la producción, de cómo rigen el accionar de los sistemas productivos a través de métodos estrictamente definidos, que condicionadas al ingreso de algunos datos, proporcionan cifras de requerimientos de materiales y capacidad, para la toma de decisiones de los directivos. Para ello se utiliza un sistema de computadoras y un software especialmente diseñado para el efecto. Con el Justo a tiempo (al que también llamaremos JAT) no se trabaja de esta manera, aún cuando la recolección y análisis de datos sigue siendo de vital importancia, no constituye la base que defina el curso de acción a seguir, en esta filosofía no se utiliza ningún software que dicte normas, fechas, cantidades a pedir, ni cifra normativa alguna del accionar de la empresa.

Encontrar una definición exacta del Justo a tiempo es tan difícil como definir su alcance o amplitud; sin embargo, describiendo algunos aspectos relevantes que persigue su accionar, se facilitará la comprensión de esta filosofía empresarial.

El JAT es una filosofía empresarial cuya preocupación principal es la de crear un entorno que permita operar, eficazmente, un sistema productivo, de tal forma que éste llegue a constituirse, únicamente, de operaciones que agreguen valor y no costo a los productos y servicios, es decir, se concentra en la eliminación de desperdicios, tanto en las operaciones internas de la empresa como en las actividades de intercambio con el exterior; se espera que el alcance de su filosofía penetre a todas las actividades de la empresa para cambiar su funcionamiento con el propósito de optimizar la satisfacción del cliente, reduciendo el costo total, proveyendo productos que satisfagan, perfectamente, las expectativas del cliente, en las cantidades exactas y en el momento indicado.

Al implantar un sistema JAT se sustituye la mayoría de procedimientos definidos por fórmulas y metodologías bien definidas, por enfoques más humanizados, que pretenden evaluar y resolver los problemas fundamentales relevantes a la gestión empresarial, en lugar de tratar de encontrar soluciones "óptimas" e inflexibles a sistemas donde el factor más importante es el ser humano.

A continuación se procede a definir las transformaciones fundamentales que supone la comprensión y utilización de la filosofía JAT; la Figura 2-4 ilustra estos principios, se espera que hacia el final de la sección, estos sencillos conceptos hallan brindado una conceptualización global de la filosofía.



La analogía del río expresa cómo a medida que disminuyen los niveles de existencias los problemas emergen y son susceptibles de solucionar.

Figura 2-5. Analogía del río.

La Tabla 2-1 describe algunos ejemplos de problemas típicos en los entornos manufactureros, las soluciones en sistemas tradicionales de gestión y la solución que el JAT propone para atacar el problema fundamental.

Habiendo quedado claro de qué manera las existencias y los productos en proceso ocultan los problemas que generan productos de mala calidad y con tiempos ciclo muy largos, más adelante se discutirá cómo diseñar sistemas que permitan la identificación de problemas.

Problema	Sol. Tradicional	Solución JAT	Resultado JAT
Alto desperdicio por poca fiabilidad de la maquinaria.	Aumentar tamaño del lote e incrementar el personal de mantenimiento.	Reducir tamaño del lote, aumentar la fiabilidad.	Aumentando la fiabilidad se puede continuar reduciendo el tamaño del lote.
Faltan componentes y materias primas.	Sistema MRP.	Reducir el número de proveedores, crear enlaces cliente / proveedor y usar sistema de arrastre de materiales.	Menores entregas más frecuentes mejoran el abastecimiento, y aseguran proveedores con relaciones a largo plazo.

procurar que el operario asuma la responsabilidad de controlar el proceso y realice las medidas de carácter correctivo conforme a un objetivo trazado.

De esta manera, el enfoque JAT traslada la responsabilidad de detectar y corregir las desviaciones al mismo operario que las efectúa desde la primera vez y evitando que los productos se desvíen de lo nominal, auxiliándose del control estadístico de calidad.

Otra de las principales actividades que el JAT pretende disminuir o, de ser posible eliminar, es el de almacenamiento, cuyos efectos principales son: (1) el costo financiero en el que se incurre por el material, productos en proceso o productos terminados que permanecen en diferentes áreas de almacenamiento esperando ser utilizadas, terminadas de procesar o vendidas, respectivamente, (2) los costos intrínsecos al almacenamiento y (3) el riesgo que dichas existencias se vuelvan obsoletas.



### 2.3.3 Buscar la simplicidad.

El tercer objetivo del JAT es la simplicidad. Es muy probable que con enfoques simples se logre una gestión más eficaz, principalmente, en lo que se refiere a flujo de materiales y control de procesos.

Respecto del flujo de materiales, un enfoque de simplicidad persigue disminuir o, de ser posible, eliminar la complejidad en los recorridos de los productos por la planta, hasta llegar a líneas de flujo más directas, que produzcan un flujo más suavizado y, de ser posible, unidireccional. Esto se hace posible transformando la producción intermitente con distribución de planta orientada al proceso (distribución funcional o por especialidad) en pequeñas miniplantas con líneas de flujo unidireccionales, cada línea procesando productos pertenecientes a una misma familia, utilizando para su agrupación los principios de la tecnología de grupos. Esto garantiza un flujo más suave de los materiales por la planta con la consiguiente simplificación en el control de la misma.

Una vez reorganizada la planta se habrá conseguido una sustancial disminución en las distancias que han de recorrerse para completar un producto, en los tiempos de ciclo y en el manejo de materiales. También se logrará un consecuente aumento en la calidad al disminuir la posibilidad de ocultar las discontinuidades en el proceso.

Al contrario de los enfoques tradicionales de gestión de la producción el JAT, está diseñado para jalar el trabajo y los materiales por cada una de las estaciones, en lugar de empujarlo apilando y elevando el stock que espera ser procesado en la operación subsiguiente. Esto implica un cambio completo en los sistemas de control, el sistema de arrastre/Kanban es uno de los más utilizados para llevar a cabo esta tarea de una forma eficiente. En japonés la palabra 'Kanban', significa tarjeta, pero en la aplicación constituye una forma de control visual simplificado que permite la emisión de señales de producción. Este tema será tratado con mayor detalle en la sección 2.4.11, en este mismo capítulo.

### 2.3.4 Establecer sistemas para identificar problemas.

En las secciones anteriores se han tratado tres de los principios básicos del JAT, y para este punto, quizá se hace obvia la necesidad de la creación de sistemas que permitan identificar problemas en los sistemas productivos, ya que, sin estos sistemas, será difícil la consecución de los objetivos más esenciales que persiguen los principios del JAT.

en ningún momento; ello, sin importar si se está vendiendo lo que se produce, cómo se esta produciendo, cuánto esta costando, ni el nivel de satisfacción y calidad que se le está brindando al cliente. Cambiar este enfoque requiere no únicamente un cambio en la distribución de planta o en el equipo y, mucho menos, en el personal o sus funciones; por el contrario, para llevar a cabo una transformación en este sentido, es necesario una participación total de todos los miembros que componen una organización.

En esta sección se hace un análisis desde el punto de vista administrativo del diseño de una organización típica trabajando bajo la estrategia del JAT y los aspectos más importantes a considerar son los que se describen.

La estructura de una organización JAT, idealmente, debe poseer un bajo grado de complejidad, es decir, los niveles jerárquicos que sean estrictamente necesarios y poca dispersión geográfica, ya que muchas de las decisiones que en un sistema tradicional pudieran tomar meses en efectuarse debido al trámite burocrático, ahora deberán realizarse en la misma planta de producción y, muchas veces, en el mismo momento de su ocurrencia, con la participación de los directamente involucrados. Respecto al grado de formalización con que cuenta o, debe contar, se puede decir que también es recomendable un nivel bajo; esto, debido a que el JAT está continuamente buscando soluciones a los problemas que frecuentemente se identifiquen, aún con el consiguiente sacrificio de eficiencia en el corto plazo; esto supone una apertura y confianza total que motive al empleado a una participación permanente, en vez de regirse a normas y procedimientos previamente establecidos para cada situación particular. De igual manera, la centralización se espera que también sea baja, es decir que haya mayor delegación, esto responde a la razón de que en la planta JAT la gente participa activamente en la solución de problemas, en el mantenimiento, en la toma de decisiones, en el diseño, control de calidad, etc., constituyéndose de esta manera en el elemento más importante del sistema productivo y en la mejor herramienta utilizable para conseguir un mejoramiento continuo, no solamente en la productividad sino que en todo lo que se refiere al entorno productivo laboral. Esta estructura organizacional quizá se adapte más al modelo adhocrático (estructura orgánica) que constituye una forma bastante flexible y adaptativa, es decir, que permite cambios rápidos y respuesta casi inmediata al ambiente en el que se encuentra inmersa; cuenta también con personal con habilidades múltiples, por el hecho de que, aún cuando existe división del trabajo, los trabajos que se efectúan no son estandarizados y de que cualquier miembro de un grupo de trabajo debe estar en la capacidad de sustituir a un compañero en su ausencia. De no ser este el

Una célula la constituye la agrupación de una serie de máquinas, herramientas y personas cuyo fin es procesar un grupo o familia de piezas, de tal forma que se obtenga un flujo lineal de producción, generalmente, en forma de "U" con una estación dispuesta a continuación de otra. Dicha familia de piezas debe constituirse por partes o componentes similares, agrupados, clasificados y codificados, de tal manera, que pueda claramente identificarse su semejanza en forma, geometría, materiales y proceso de fabricación. A este proceso de identificar familias o grupos de piezas y diseñar una célula de trabajo para su elaboración se le conoce con los nombres de producción repetitiva por familia, tecnología de grupos y manufactura celular, siendo este último el que se utilice en el desarrollo del presente trabajo.

La manufactura celular constituye la alternativa que el JAT propone a la departamentalización funcional y persigue aumentar la simplicidad en el proceso productivo a través de la redistribución de la fábrica, pasando de una complicada distribución orientada al proceso hacia una orientada al producto, en la que se forman múltiples células con flujos lineales de producción que respondan a la demanda; con esto se logra no únicamente una nueva distribución física, sino, el surgimiento de centros de responsabilidad. Los trabajadores que antes no conocían en qué momento, ni por quién, iba a ser utilizada la pieza o ensamble por él realizado, ni de donde provenía la que a él había llegado, no tenían la oportunidad de ser retroalimentados oportunamente. La situación en esta nueva configuración por flujos es completamente diferente, cada individuo conoce perfectamente a su proveedor y a su cliente (por proveedor se entiende la persona o estación que realiza la operación previa y el cliente es quien recibe el resultado de su operación) esta cercanía, tanto geográfica como de tiempo, permite una respuesta y retroalimentación inmediata, motiva la participación en la toma de decisiones y solución de problemas y, como ya se mencionó, da origen a un minicentro de responsabilidad directa, mutua y eslabonada en cada miembro de la célula. El eslabonamiento de estos minicentros de responsabilidad produce un centro único completamente responsable de sus propios resultados, consiguiéndose así, simplicidad y eficacia en la solución de problemas que antes involucraban a más de un gerente y podían llegar a tomar meses. La Figura 2-7. Célula de producción/ensamble. muestra un ejemplo de una célula de producción típica.

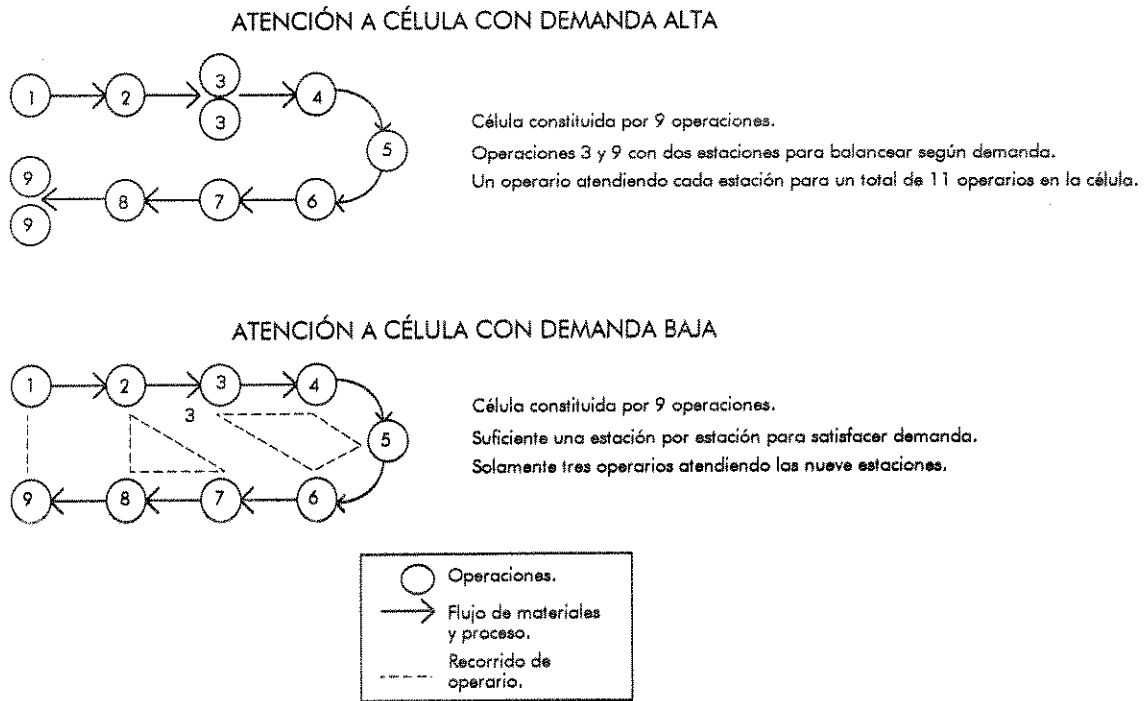
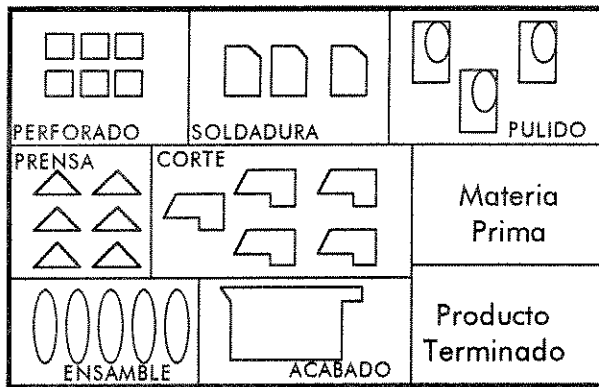


Figura 2-8. Atención a células según demanda.

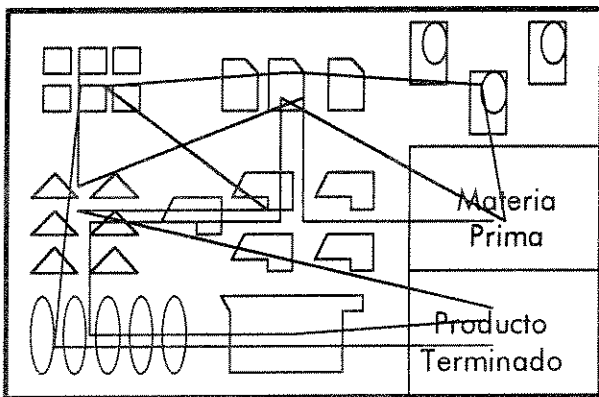
### 2.4.3 Diseño de múltiples líneas de flujo (Tecnología de grupos o de células).

Al observarse la Figura 2-9 es fácil distinguir la forma en que el JAT propone redistribuir el flujo de trabajo en la planta; en la primera parte de la gráfica se encuentra un modelo típico de departamentalización funcional; al observar el flujo de los diferentes productos en proceso se hace patente el desorden que esta distribución implica; es difícil identificar plenamente la ruta de cada uno de ellos, a la vez que se imposibilita el conocer el origen específico de cada pieza o ensamble. Como ya se mencionó, esta distribución no permite la asociación de responsabilidad directa sobre el trabajo que cada individuo realiza, promueve el desorden y limita la flexibilidad retardando con ello, el tiempo de respuesta a los cambios en la demanda.

En contraposición y ocupando la parte de abajo de la misma figura, se encuentra una redistribución propuesta al mismo proceso de fabricación, en esta oportunidad, es posible observar cómo cada célula de trabajo se desempeña como una minifábrica en forma autónoma, en la que se fabrica una familia de productos. Las células en este modelo no constituyen entes perennes o inamovibles dentro del sistema, por el contrario,



ENFOQUE TRADICIONAL  
Distribución orientada al proceso.



ANTES DE UTILIZAR CÉLULAS  
Con sólo 3 productos en proceso

Se hacen necesarios espacios para inventarios.

Flujos de materiales difíciles de identificar y muy complejos.

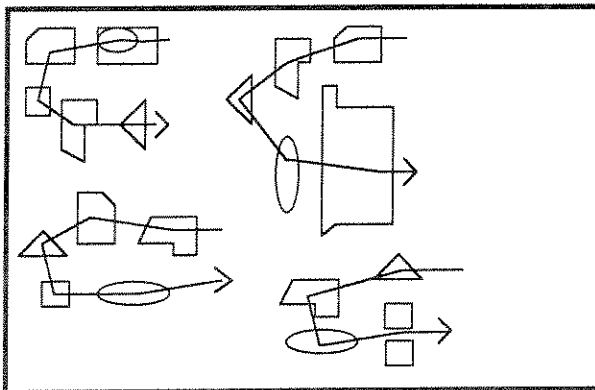
Poco espacio libre para aumentar capacidad.

Poca flexibilidad.

Control difícil de ejercer.

Excesivo y complicado manejo de materiales.

\_\_\_\_\_ Producto 1      \_\_\_\_\_ Producto 3  
 \_\_\_\_\_ Producto 2      \_\_\_\_\_ Producto 4



CON CÉLULAS  
Con 4 productos en proceso

Se elimina la necesidad de espacios.

Flujos fácilmente identificables y sencillos.

Suficiente espacio disponible para aumentar capacidad.

Altamente flexible.

Control fácil de ejercer, inclusive, visualmente.

Sencillo manejo de materiales.

Maquinaria no utilizada

Figura 2-9. Cambio de distribución orientada al proceso a orientada al producto.

primera célula deberá ser lo más compacta posible, pero, sin sacrificar por ello, la flexibilidad; de esta manera todos los elementos de este sistema productivo tendrán la cercanía suficiente para que, en la medida de lo posible, sea controlada en forma visual a través de los modelos más simples de Kanban.

Los posteriores incrementos en la capacidad de la fábrica tendrán como suficiente razón el solo hecho de que la célula existente no sea suficiente para satisfacer la demanda de la familia de producción o el hecho que una nueva familia sea introducida en el plan general de producción. Estas nuevas células sería ideal conformarlas con máquinas nuevas que sean más fáciles de mover y más confiables que las anteriores. De igual manera será importante mejorar los métodos de transporte del producto en proceso, reduciendo las distancias tanto como sea posible.

Las mejoras posteriores podrían tender al uso de máquinas unitarias o de máquinas que ofrecieran completa flexibilidad y transportabilidad absoluta. En el momento que se haya alcanzado este estado, podrá evaluarse la posibilidad de eliminar o, al menos, modernizar las células originalmente instaladas.

Sin duda alguna, siempre se presentará el caso en que uno o más de los procedimientos requiera de una máquina grande y difícil de sustituir, en este caso, dicha máquina deberá situarse de tal manera que todas las células que requieran de ella estén lo menos distante posible, hasta que esta situación pueda desvanecerse.

Es importante que en todo momento se tenga presente que, siempre será mejor disponer de más de una célula para cada familia de producción, ya que ello permitirá aún mayor flexibilidad. Para concluir, también es importante remarcar el hecho que los incrementos en capacidad fija siempre se realizarán en pequeños incrementos conforme crece la demanda, esto se aplica, igualmente, a individuos, células, líneas de producción e, incluso, a fábricas.

Una vez el sistema productivo trabaje acorde a los principios del JAT, la simplificación y el orden conseguido en cada estación de trabajo que integra cada una de las minifábricas de flujo continuo serán los mejores instrumentos para distinguir en donde se pueda llevar a cabo la automatización de procesos, sin embargo, la preautomatización no debe perder de vista el balance global del sistema, ya que esto daría como resultado suboptimización, es decir, lograr hacer producir tanto como sea posible en cada estación, pero, sin velar por el concierto total que se logre con los elementos en conjunto.

características son deseables de adicionar al producto, al mismo tiempo, están en la posición de inferir sobre la necesidad de productos nuevos que encajen dentro de la actividad productiva de la organización. La función de diseño es entonces llevar a la realidad, en forma teórica y práctica, pero sin llegar a la etapa de producción masiva del producto hasta verificar la funcionalidad y factibilidad, son ellos los que tienen a su cargo la elaboración de diagramas, planos, prueba y determinación de materiales, prototipos y todas las actividades necesarias para llegar a un juego final de especificaciones para producción. Todo el trabajo que mercadeo y diseño hayan realizado para llegar a esta etapa no puede efectuarse sin tomar en cuenta al grupo de manufactura, ya que corresponde a éste el verificar, en todo momento, la factibilidad de producción cumpliendo los principios del JAT.

Merece la pena hacer hincapié en que inclusive toda la actividad de diseño debe también integrarse como un proceso JAT, eliminando así demoras en el tiempo de respuesta a los requerimientos del cliente y desarrollando especificaciones que satisfagan sus expectativas.

#### 2.4.7 Mantenimiento preventivo total.

En un sistema tradicional de producción, el stock de seguridad suele ser grande y estar destinado a garantizar un flujo constante de trabajo entre departamentos, las únicas estaciones que no se pueden incluir en esta situación son aquellas que constituyen cuellos de botella, ya que en el caso que una de éstas deja de producir el trabajo se detiene. En un sistema JAT la situación es completamente diferente, no existe stock de seguridad que garantice mantener el sistema operando, en este sentido, todas las operaciones funcionan como un cuello de botella; al interrumpirse la operación de cualquier estación o máquina, se detendrá, a su vez, el sistema completo, ya que el sistema de jalar no permitirá al operario continuar, resultando un incremento en los plazos de fabricación. De aquí que el JAT no sea compatible con máquinas poco fiables.

La herramienta para lograr mantener la disponibilidad del equipo y los costos de mantenimiento en el nivel más bajo posible, sin sacrificar el desempeño del equipo, se conoce con el nombre de mantenimiento preventivo total

El mantenimiento debe considerarse siempre parte del proceso de producción como una tarea a realizarse diariamente; ha de incluirse en los manuales de operación y asignársele el tiempo necesario para su ejecución, como parte del programa de producción, su cumplimiento ha de considerarse, en todos los casos, como incondicional,

producción, de igual manera que los costos de inspección y de almacenamiento del inventario en proceso que garantiza la operación.

En contraposición con lo anterior, el JAT traslada la responsabilidad de asegurar la calidad a cada operario, éste es, en todo momento, el responsable de proveer un producto libre de defectos al cliente del mismo, a este concepto se le conoce con el nombre de Calidad en el origen o Calidad inherente; de este modo será posible eliminar o, cuando menos, reducir las inspecciones en el envío y recepción, debido a que, al no haber inventario de seguridad que esconda las disconformidades, éstas se harán claramente evidentes en el mismo momento de su surgimiento; por ejemplo, si en dos estaciones sucesivas se fabricara un eje y una polea, respectivamente, sería fácil descubrir en qué momento y por qué tipo de falla no acoplan el eje y la polea en una tercera operación, para luego registrar lo ocurrido y proceder a solucionarlo con la participación de todos los involucrados. Si el mismo caso se presentara en una operación de ensamble donde las piezas provienen de dos departamentos diferentes, en lotes de 50 unidades, ni el origen ni la causa podrían determinarse y mucho menos podría deducirse responsabilidad en algún operario. De esta manera el sistema trabaja reactivamente, ejerciendo controles incapaces de mejorar el proceso, con lo que se incrementa costo al producto, pero, no valor.

Las definiciones de calidad, tales como que sea apto para el uso, que satisfaga los requerimientos del cliente, etc., son todas igualmente aceptadas por la filosofía JAT y son aplicables a impulsar los productos en los mercados mejorando alguna de las ocho dimensiones de calidad que algunos autores reconocen, estas son: desempeño, características accesorias, confiabilidad, conformidad, durabilidad, servicio, estética y calidad percibida.

La Figura 2-10, en la página 49, muestra el Modelo de mejoramiento continuo de la calidad, en el que se basa el JAT para integrar las funciones de diseño, producción, calidad y mercadeo en el compromiso de satisfacer al cliente. Para lograr este objetivo es necesario tener presente algunos aspectos importantes que a continuación se resumen:

1. la calidad debe orientarse a satisfacer al cliente, entendiendo como cliente aquella persona que recibe el resultado del trabajo de una estación. Esto crea una cadena continua cliente-proveedor;
2. se debe conocer el proceso del cliente a fin de conocer con anticipación sus requerimientos;



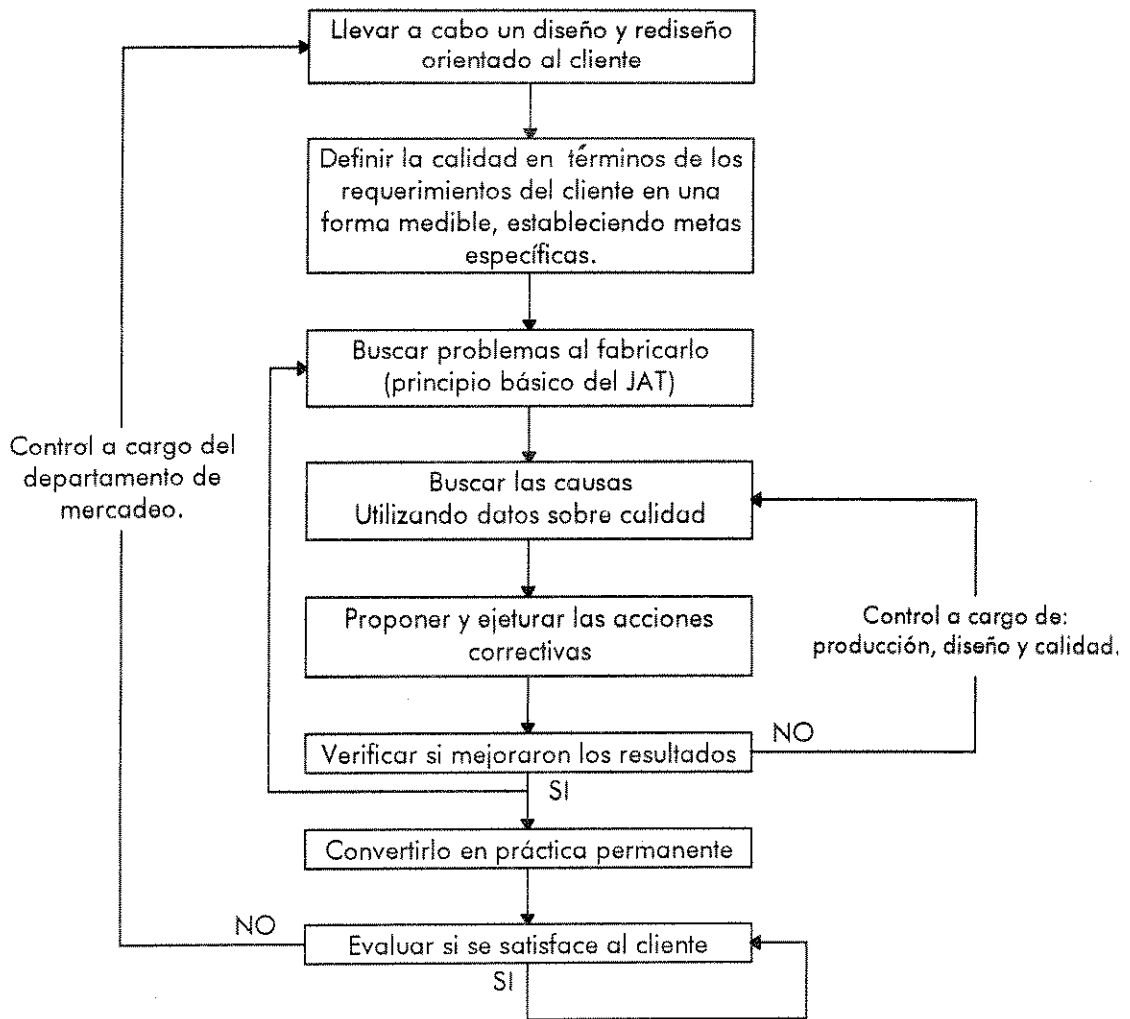


Figura 2-10. Modelo de mejoramiento continuo de la calidad.

El tomar como referencia los aspectos antes mencionados y el Modelo de mejoramiento continuo, da como resultado el surgimiento permanente de innumerables proyectos de calidad, los que, a su vez, requerirán de un análisis exhaustivo del proceso, a través de herramientas gráficas y estadísticas.

1. Diagrama de flujo de proceso.
2. Análisis de Pareto.
3. Diagrama de espina de pescado.
4. Histogramas.
5. Diagramas de series.
6. Diagramas o cuadros de control.
7. Diagramas de Precontrol

En lo concerniente a la calidad requerida de los proveedores consúltese el capítulo 4.

### 2.4.9 Cambios de modelo.

Los cambios de modelo representan algunas de las actividades en las cuales el JAT centra gran parte de su atención, ya que cuando se realizan requieren un esfuerzo especial en lo que a preparación se refiere. Durante la transición entre productos, casi todas las variables que integran el proceso productivo sufren algún cambio, pudiendo algunos de ellos no tener mayor repercusión, sin embargo, algunos otros aspectos podrían llegar a afectar profundamente el sistema, ya que, podría irse desde el ingreso de una nueva pieza de la misma familia de productos hasta la implementación de una familia nueva de productos.

En todos los casos las células, ya sean nuevas o las ya existentes, deben prepararse siguiendo los principios básicos del JAT, para ello deberán contar con los dibujos, herramientas, personal, espacio, disposición y orden que permita la mayor flexibilidad y el menor tiempo de respuesta al cambio, por lo que el mayor esfuerzo debe orientarse hacia la reducción de los tiempos de preparación, que son, en la mayoría de los casos, los principales responsables del surgimiento del stock de seguridad y de la producción por lotes de gran tamaño.

Con cada disminución que se logre en el tiempo y costo de preparación se logrará también disminuir el tamaño de los lotes necesarios para hacer la producción económicamente factible. De esta manera si se lograra llegar al ideal de tiempos de preparación iguales a cero, se podría, igualmente, cambiar de modelo constantemente, es decir, lograr, inclusive, un tamaño de lote unitario y obtener, aún, flujo constante de trabajo.

La reducción del tiempo de preparación pretende, también, simplificar la misma y reducir el tiempo muerto de la maquinaria; de lograrse satisfactoriamente este objetivo podrá reducirse, como ya se mencionó, el tamaño del lote, para lograr una producción más continua y con un nivel de productividad mayor. Esta labor, al igual que muchas otras en el JAT, deberá realizarse en forma conjunta con la participación de los operarios de las máquinas, con personas especialistas a cargo de la preparación y con los ingenieros directivos de producción.

El método básico de preparación incluye cuatro actividades principales.

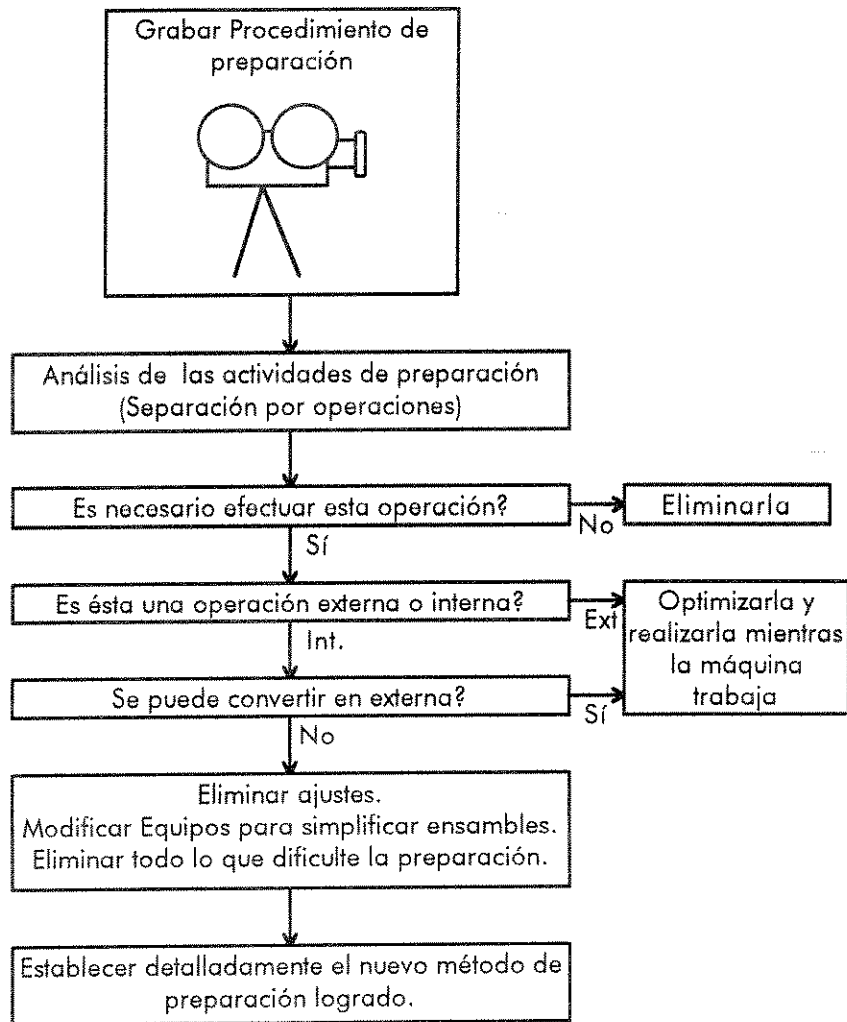


Figura 2-12, Procedimiento de reducción del tiempo de preparación

En la figura anterior (Figura 2-12) se ilustra el procedimiento continuo de reducción del tiempo de preparación, para lo cual el equipo encargado de ésta tarea debe valerse de todas las herramientas posibles para alcanzar el objetivo planteado, esto incluye, análisis de la operación a través de estudios de movimientos y micromovimientos, los que deberán aplicarse tanto a las actividades externas como a las internas.

#### 2.4.11 Sistema de control de producción y flujo de materiales.

Para llevar a cabo el control de producción en sistemas JAT no existe ningún modelo matemático e inflexible que dicte la forma de proceder, por el contrario, para realizarlo existen algunas técnicas sencillas que permiten llevarlo a cabo en forma

y las etiquetas tarjetas kanban. Esto se utilizará para ilustrar la ocurrencia de los kanban mover y producir.

En el momento 1 los pedestales de ambos puntos de almacenamiento se encuentran vacíos, es decir los inventarios están cargados, ello significa no mover, en un caso y no producir, en el otro. En el momento 2 se observa que uno de los productos del punto de almacenamiento No. 2 fue tomado para su utilización y la respectiva tarjeta kanban 'mover' fue colocada en el pedestal, con ello se lanza una orden de mover del punto de almacenamiento No. 1 al No. 2, la cual debe ser efectuada por la persona encargada de suministros. El momento 3 ilustra cómo el producto que se encontraba en la estantería del punto de almacenamiento No. 1 cuyas características corresponden a las solicitadas en la tarjeta de mover ya ha sido trasladado al punto No. 2 colocándole la respectiva tarjeta kanban 'mover', con ello se origina una orden de producción que se emite al sustituir la tarjeta kanban 'producir' por la de 'mover' y asir la primera al pedestal del punto de almacenamiento No. 1, tal como lo muestra el momento 3, posteriormente, al completarse la producción de la unidad utilizada, el ciclo se cierra y los inventarios quedan cargados nuevamente. Este proceso se extiende desde la venta o uso por parte del cliente hacia atrás, tal como lo ilustra en diferentes formas la Figura 2-14

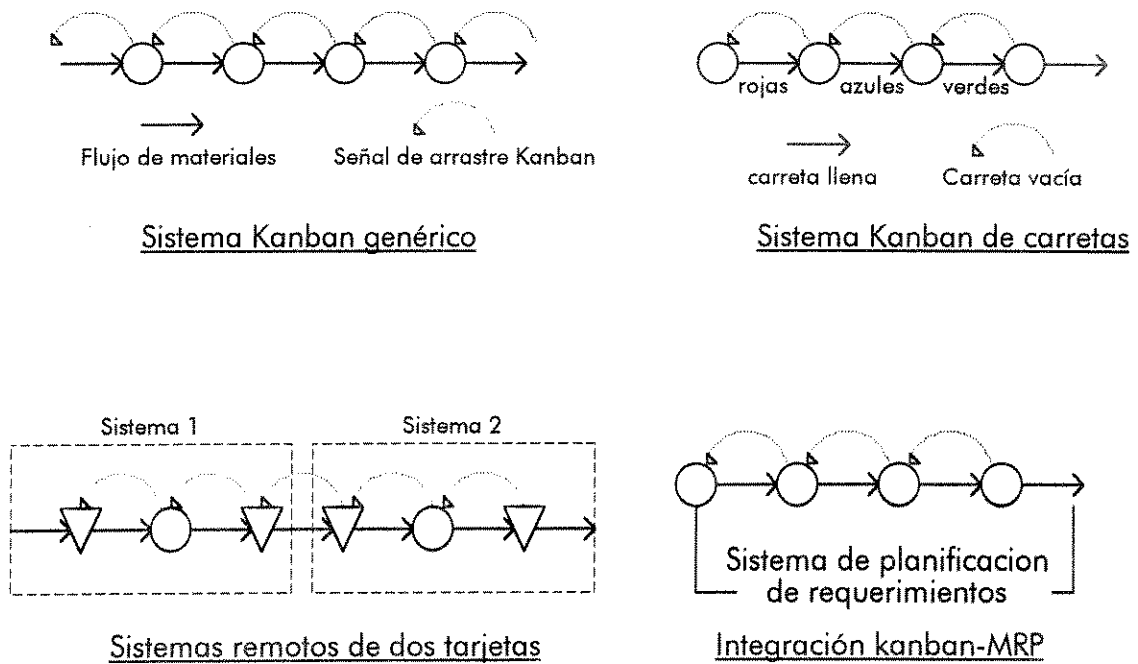


Figura 2-14. Extensión del sistema kanban.

Una vez determinado el tipo de Kanban más apropiado, la siguiente etapa será determinar cuántos puntos de control se necesitan.

Debe contarse con la siguiente información para efectuar los cálculos:

DD	Demanda promedio diaria	Unidades de producto
CC	Capacidad del contenedor estándar a usar	Unidades de producto
TEO	Tiempo entre órdenes	Horas/contenedor
TC	Tiempo de ciclo en cada estación	Horas/contenedor
TSS	Tamaño del Stock de seguridad en cada estación	Contenedores estándar
A	Una hora estándar	Horas
NC	Cantidad de contenedores estándar a llenar	contenedores
#K	Cantidad de Kanbans por estación	Cantidad de kanbans
CE	Contenedores estándar que puede producir una estación en una hora estándar	Contenedores estándar

1. Calcular  $NC=DD/CC$ . Esta cifra equivale al número de contenedores que utilizaría un sistema de empujar, es decir, el tamaño de lote a trasladar de estación en estación, representa también el inventario en proceso para cubrir la demanda diaria.
2. Se calcula la cantidad diaria de contenedores que puede producir una estación, considerando tiempos de ciclo, entre órdenes y margen de seguridad.

$$CE = \left[ \frac{A}{TEO + TC} \right]$$

---

## 3. REQUISITOS Y PROCEDIMIENTOS DE IMPLANTACIÓN

### 3.1 ETAPA PRELIMINAR

Determinar un programa o plan exitoso de implantación del JAT no responde a ningún esquema predeterminado e inflexible, pero, sí depende del cumplimiento de algunos requisitos elementales. En ninguna de las fases que se detallan a continuación se establece el tiempo que debe tomar; esto, debido a que todos los casos de aplicación son distintos, sin embargo, existe la tendencia derivada de la práctica en grandes industrias, es decir, considerar que el tiempo máximo que debe tomar el programa sería mejor si no excediera de un año; con ello se garantizaría que las personas claves en el proceso de transformación no cambien de posición ni dejen la empresa y que el entusiasmo no desvanezca; por otra parte un período mucho más corto no permitiría la difusión y comprensión de la filosofía a todos los niveles implicados.

Es importante recordar en este punto que el presentar una secuencia de acciones encaminadas a poner en funcionamiento el JAT no supone, de ninguna manera, que al completarlas se haya terminado el establecimiento del sistema de operaciones JAT; merece la pena recordar que el JAT propone la búsqueda continua de mejoras en la operación de los sistemas productivos.

#### 3.1.1 Comprensión de la filosofía Justo a tiempo.

La mayoría de cambios profundos que se puedan realizar dentro de una empresa u organización dependen, en buena medida, de personas que están en una búsqueda permanente de mejoras a mediano y largo plazo. Sin este espíritu innovador no existe la posibilidad de cambio y una filosofía como el JAT no encontraría terreno fértil en el cual florecer.

La comprensión del JAT constituye un elemento tan básico como crucial para el éxito de su implantación. Es necesario que el impulsador comprenda a cabalidad la implicación de cada uno de los principios y cambios que deberán ser el nuevo

Cuantificables	No cuantificables
Reducción de existencias	Mejora en la calidad
Reducción de productos en proceso	Aumento en el nivel de servicio al cliente
Aumento en la productividad	Aumento en las ventas
Reducción de artículos obsoletos	Mejora en la moral del trabajador
Reducción costos de transporte	Aumento en la participación
Reducción de espacios y distancias	Mayor compenetración y compromiso

*Tabla 3-1. Beneficios cuantificables y no cuantificables.*

Sin embargo, para lograr algunos de estos beneficios habrá de incurrirse en algunos costos. De la detallada evaluación, tanto de costos como de beneficios, dependerá, en buena medida, el efectuar una acertada decisión de implantación.

Una vez estimados los costos y beneficios, tanto de implantación como los que han de realizarse en forma periódica, con un nivel tan detallado como sea posible, un análisis costo/beneficio representará el parámetro adecuado para la toma de decisiones.

### 3.1.3 Penetración y compromiso logrado en la alta gerencia.

Por su parte, del compromiso logrado por la alta gerencia, dependerá grandemente el éxito que pueda llegar a tener el JAT, ya que sin convencimiento y, aún menos, sin su aprobación será imposible llevar a cabo cambios estructurales tan profundos como los que el JAT propone.

Este compromiso deberá ser tan profundo como sea posible debido a tres factores importantes, que son:

1. por su autoridad, la alta gerencia es la única que puede conferir autorización para realizar cambios físicos;
2. las funciones del personal serán alteradas conforme al sistema multidisciplinario por implantarse;
3. de un compromiso total por parte de la alta gerencia se espera que la filosofía JAT pase a formar parte de la cultura organizacional, obteniendo de esta manera una adecuada penetración que garantice los resultados esperados.

Para este punto, y, habiéndose completado satisfactoriamente las etapas anteriores, ha llegado el momento de decidir si se adopta la filosofía del JAT y los

### 3.2 EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN NECESARIA PARA UNA EFECTIVA IMPLEMENTACIÓN

Es importante denotar algunas diferencias entre la educación a la que se hizo referencia con anterioridad y la que se necesita para llevar a cabo la implementación del JAT, la primera se ocupa únicamente de los niveles altos de la gerencia con el fin de comprender la filosofía y conocer sus aspectos principales. Por su lado, la educación orientada a la implementación tiene como objetivo el dar a conocer el JAT a todos los niveles y personas implicadas, pero, cubriendo únicamente aspectos generales; los aspectos operacionales deberán desarrollarse específicamente dentro de un plan de formación enfocado a inducir a los operarios a su nuevo rol participativo, multidisciplinario y de involucramiento total dentro de sus unidades productivas y puede llevarse a cabo después de la educación general.

Es importante recordar que el JAT propone profundos cambios en la organización y que supone el aprovechamiento de todas las capacidades y habilidades individuales a través de la participación en aspectos que antes suponían la intervención única de supervisores y administradores de nivel medio (ver sección 2.4.2.).

El plan de educación debe cumplir algunas consideraciones importantes para alcanzar su objetivo.

1. El contenido del programa de educación debe adecuarse a los diferentes niveles de la empresa, sin embargo, el mayor énfasis debe dirigirse a los operarios, que son los principales artífices del éxito de la implementación del JAT.
2. El programa de educación debe dividirse en dos elementos básicos. El programa inicial tiene como objetivo dar a conocer los efectos y principios globales del JAT, pero, para asegurar el éxito de la implementación se requiere un segundo programa periódico de revisión y actualización que contribuya en la búsqueda del mejoramiento continuo a través del JAT.
3. A través del programa de educación del JAT no debe pretenderse solamente el discutir el funcionamiento de la nueva filosofía adoptada, debe ser también promotor de un cambio de actitud y conducta.

La herramienta más valiosa para la ejecución del programa de educación adoptado será, en la mayoría de los casos, los cursillos o seminarios impartidos por especialista en la materia. La escogencia del profesional o grupo de profesionales a cargo de esta tarea constituye una decisión de vital importancia, ya que del éxito que este



Ninguna de las mejoras que se realizan en los procesos pueden ubicarse en un marco cronológico, ya que son tareas que no tienen fin, cambian continuamente en respuesta a los requerimientos del sistema, su culminación detendría el proceso de mejoramiento continuo que se persigue.

### 3.4 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y FLUJO DE MATERIALES

¿Y Ahora cómo llevar a cabo el control? Una vez efectuada la redistribución del equipo en la planta, formando líneas de flujo funcionando como minifábricas autónomas, deberá procederse a la implantación del sistema de control visual basado en kanban, tal como se explica en la sección 2.4.11. Como resultado podrá esperarse sencillez y mejoramiento continuo, gracias a la retroalimentación inmediata que ofrece dicho sistema de control.

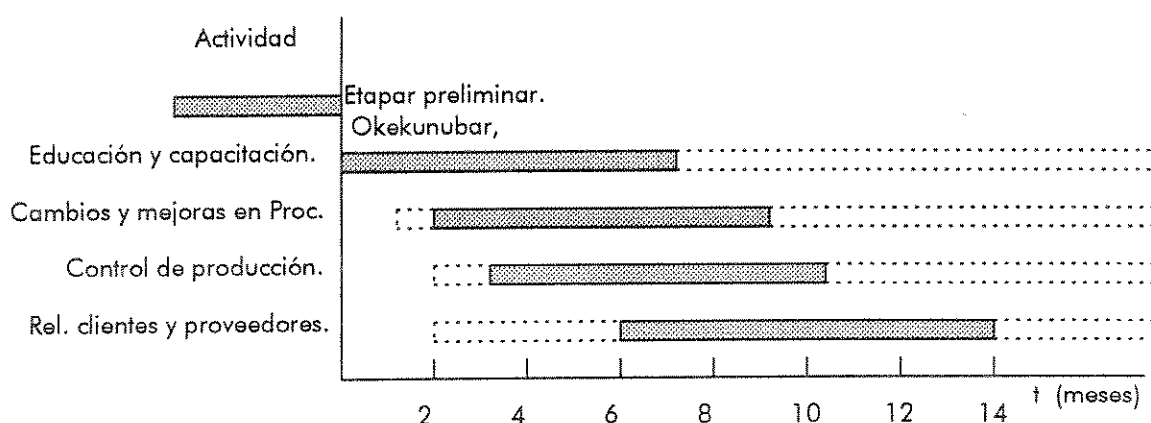


Figura 3-1. Secuencia de actividades de implementación.

El diagrama Gantt de la figura 3-1 muestra la secuencia completa del proceso a completar para poner en marcha el JAT. Obsérvese cómo algunas actividades pueden llevarse a cabo, simultáneamente, según se requiera, también es importante hacer notar que la única que tiene un principio y un fin es la etapa preliminar, cuyo objetivo es poner en marcha el sistema; las demás actividades deben realizarse continua e indefinidamente para lograr un mejoramiento sostenido.

---

## 4. LA IMPORTANCIA DE LA FUNCIÓN DE MERCADERO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN JUSTO A TIEMPO

### 4.1 IMPORTANCIA Y REQUISITOS DE LOS PROVEEDORES JUSTO A TIEMPO

En esta sección se analiza una faceta completamente diferente, pero, no menos importante del JAT, hasta aquí se han examinado los aspectos meramente conceptuales y operacionales, sin embargo, las empresas JAT no existen aisladamente, todas forman parte de una compleja red en donde las relaciones comerciales son tan importantes como las operaciones en sí.

La extensión del programa de mejora continua del JAT alcanza a los proveedores con la finalidad de impulsar aún fuera de la organización la reducción en los costos, la certeza en las entregas y la consistencia de la calidad. De esta manera se eliminarán costos innecesarios al ingreso de los materiales, partes o componentes provenientes de los proveedores, reduciendo algunos costos de mano de obra y permitiendo mayor holgura en el manejo de los costos directos de materiales, agregando valor y no costo al producto.

La figura 4-1 detalla en forma sucinta los requisitos que el cliente debe cumplir respecto de un proveedor para satisfacer las demandas de un cliente JAT. Más adelante se detalla el procedimiento para determinar qué proveedores serán seleccionables así como las características y ventajas de cada uno.

	Vínculos tradicionales.	Vínculos JAT.
	<p>P=Proveedores.</p>	
Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Independientes</li> <li>• Escasas y antagónicas</li> <li>• Múltiples</li> <li>• A corto plazo</li> <li>• poca o ninguna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunes y relacionados</li> <li>• De asociación</li> <li>• Fuente única</li> <li>• A largo plazo</li> <li>• Alta</li> </ul>

figura 4-2. Vínculos tradicionales Vrs. vínculos JAT.

#### 4.2.1 Número de Clientes y Proveedores.

Los argumentos para reducir el número de proveedores son fáciles de constatar. Se empezará por recordar el concepto de economía de escala. Un proveedor logrará ofrecer su mejor precio cuanto más grande sea la cantidad a producir y en la medida que él llegue a constituirse en fuente única de abastecimiento podrá también evaluar la inversión en mejoras de los procesos.

Los procesos de compra y gestión de pedidos también se reducen y simplifican conjuntamente con el número de proveedores, lográndose simultáneamente satisfacer los principios básicos del JAT. Por ejemplo, de encontrarse defectuosa una pieza comprada *x* no será difícil encontrar el origen del defecto, pudiendo hacerle frente inmediatamente. También el ciclo de diseño de nuevos productos se beneficia, ya que se conocerá anticipadamente con qué tecnologías se cuenta por parte de los proveedores.

Cabe enfatizar que en la mayoría de los casos convendrá asignar a un solo proveedor la fabricación de una familia completa de productos.

#### 4.2.2 Vínculos a largo plazo.

Dentro de los aspectos más importantes a considerar en la evaluación de los proveedores actuales y potenciales se pueden mencionar los siguientes:

localización. Se preferirán, en todos los casos, proveedores locales con la máxima cercanía geográfica posible; con ello se favorecerán varios requisitos importantes como el de involucramiento mutuo y entregas certeras, ambos al costo más bajo posible;

tamaño y capacidad del proveedor. Es indispensable, en todos los casos, que el proveedor cuente con la capacidad de fabricación de la familia de piezas o ensambles para la cual es evaluado. También es importante que la producción a asignarle represente una parte lo suficientemente importante de su producción, pero, teniendo cuidado de que no llegue a convertirse en un componente vital del cual dependa su subsistencia al momento de haber fluctuaciones en la demanda;

calidad del producto. Se preferirán proveedores JAT o aquellos cuyo enfoque promueva la calidad en el origen y no la inspección y rechazo, esto significa evaluar la calidad en diseño, producción y garantía;

capacidad de entrega. Aquí se hace referencia a la capacidad del proveedor de entregar las cantidades requeridas a tiempo y libres de defectos;

costo total más bajo. No se hace referencia aquí al precio unitario, ya que un producto, aún cuando cumpla este requisito, podría llegar a tener el costo global más alto. El costo en mención incluye el costo de preparación de pedido, costo de calidad, costo de almacenamiento, costo de garantía y todos aquellos que formen parte de los costos de adquisición e ingreso a producción de una compra;

Tecnología. Sería deseable que los proveedores seleccionados lleven a cabo actividades de investigación y desarrollo para mantener un producto de vanguardia; además, la disponibilidad en invertir capital para el aseguramiento continuo operacional y logístico; situación financiera. La disponibilidad a invertir y la capacidad de sobrevivir en tiempos de crisis son factores importantes en la determinación de las fuentes únicas de aprovisionamiento. Sin una capacidad financiera adecuada por parte del proveedor se dificultará la inversión en mejoras tendientes a cumplir los objetivos de mejora continua que implica el JAT;

filosofía administrativa. Quizá la más importante de todas sea la actitud y filosofía administrativa de la alta gerencia de los proveedores, de ésta dependerá que exista una legítima disposición al cambio que implica un agresivo programa JAT/Control total de Calidad, ya que algunos de los otros aspectos pudieran mejorarse siempre y cuando

cargo de un equipo multidisciplinario que incluya a los gerentes de mandos medios involucrados en todas las labores de producción y mercadeo relacionadas con los factores a evaluar.

La observancia histórica de la solidez y desempeño de los candidatos es importante, pero, lo es, aún más, la disposición a funcionar con un sistema de producción JAT tan pronto como sea posible.

### 4.3 BENEFICIOS DE LAS COMPRAS JUSTO A TIEMPO

Para que se logren beneficios significativos para proveedores y clientes, a partir de las empresas JAT, es requisito indispensable que ambas estén gestionando sistemas con esta misma filosofía. Pocas empresas trabajando con sistemas de empujar, como estrategia de gestión, se beneficiarán con un mercadeo JAT. Por ejemplo, un cliente no JAT podría verse de muchas formas beneficiado del abastecimiento procedente de un proveedor JAT, sin embargo, el segundo resultaría perjudicado al requerir espacios adicionales de almacenamiento para satisfacer los requerimientos de entrega impuestos por él, según las políticas tradicionales del cliente. En el caso contrario, el cliente JAT resultaría perjudicado con un producto procedente de una planta en donde se le han incrementado costos innecesarios al producto.

De una relación cliente-proveedor JAT se podrán esperar los siguientes beneficios:

- de la reducción en el número de proveedores se simplificará el trámite administrativo de las compras y los procedimientos de evaluación de proveedores. Las atribuciones del personal de compras pasarán de ser tareas rutinarias de comparación de precios y elaboración de pedidos a ser parte de un proceso sistemático de evaluación de proveedores en busca del producto con el mayor valor agregado posible y el costo total más bajo;
- los proveedores tienen la oportunidad de concentrarse eficientemente en los productos que están elaborando, pudiendo participar en más negocios de su familia de artículos, aumentando su participación en el mercado y con ello sus utilidades;
- los acuerdos a largo plazo incrementan la certeza en la planificación, incentivando la inversión con miras a incrementar la productividad y calidad;

---

## 5. IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA DE OPERACIONES JUSTO A TIEMPO EN LA PRÁCTICA

### 5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN, ESTRUCTURA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA

Una vez analizados a fondo los principios básicos del JAT, sus implicaciones y consecuentes mejoras, se llevó a cabo un diagnóstico de la fábrica Interni, la cual en la actualidad experimenta algunos problemas en su proceso productivo, gestión administrativa y operaciones, dando como resultado general bajos índices de productividad, altos costos de producción y una elevada rotación de personal, en su mayoría efectos indeseables del sistema de gestión de producción y la filosofía administrativa adoptada.

Con la finalidad de promover mejoras substanciales en la gestión de la fábrica Interni, S. A. se realizó un análisis de sus operaciones orientado a determinar la factibilidad de aplicar los cambios propuestos por el JAT. Dicho estudio permitió delinear el perfil que se describe en las páginas siguientes y anexos a los que se hace referencia para, luego, proponer cambios sencillos pero substanciales para lograr importantes incrementos en los niveles de productividad y, al mismo tiempo, simplificar la complejidad de la administración que actualmente se lleva a cabo.

- Interni S. A. es una empresa dedicada, básicamente, a la fabricación de puertas de madera en una combinación de caoba y cedro en más del 90%, en tres diferentes tamaños y, cuando menos, en dos modelos para los que varía el diseño de los tableros (Ver anexo 1) esto la ubica dentro de la categoría de planta de producción repetitiva combinada, ya que la producción de determinado modelo se justifica por un alto volumen y la duración del ciclo de fabricación de un lote se determina por la demanda. Su principal mercado lo constituye Europa, especialmente Italia, a donde se envía la mayor parte de la producción actual.
- La planta cuenta con un edificio industrial de segunda categoría, perfectamente apto para su uso, construido con estructuras metálicas, paredes de block sin acabado,

control de producción y elevando inmoderadamente el costo de transporte, sin agregar ningún valor al producto, debido a las grandes distancias existentes entre estaciones.

- El manejo de materiales es llevado a cabo, en muchos casos, en forma manual o a través de pallets, sin embargo, no se identifican rutas claras de recorrido y existen zonas de almacenamiento no planificadas (Ver anexo 4) lo que hace más evidente la obsolescencia de la distribución actual, al no prestar ninguna atención al flujo del proceso ni a las distancias entre estaciones.

- El nivel más alto de jerarquía dentro de la empresa descansa en una junta directiva constituida por los accionistas, la cual delega las funciones de gerencia general en una única persona cuya labor alcanza aspectos de mercadeo, administración financiera, administración de planta y producción, etc. La organización del personal de la planta es del tipo funcional (Ver cuadro incluido con el organigrama en el anexo 5) con un alto grado de especialización y con ninguna práctica de movilización lateral de puestos planificada por lo que, en la mayoría de los casos, la operación de algunas máquinas sofisticadas puede llevarse a cabo únicamente por operarios muy experimentados, esto hace altamente vulnerable el proceso de producción al vincular la disponibilidad de determinadas máquinas a la disponibilidad de su respectivo operario (Ver anexo 5).

- El nivel de capacitación del personal de planta es bajo. A cargo de un supervisor de producción existen tres categorías de trabajadores: operarios 1, con responsabilidad de calibrar y preparar las máquinas durante los cambios de proceso y de su posterior operación; operarios 2, cuya única labor es la de alimentar y operar las máquinas una vez calibradas y, por último, los ayudantes, quienes efectúan labores de transporte y de asistencia a los operarios 1 y 2, por lo que en la mayoría de los casos el trabajo que efectúan no agrega ningún valor al producto (Ver anexo 5). Otro aspecto importante de mencionar respecto al personal es que existe una rotación relativamente grande, que no permite la creación de centros de responsabilidad, no contribuye al fomento de la toma participativa de decisiones, limita el desarrollo del trabajo en equipo y entorpece el enriquecimiento de los puestos propiciable a través de la movilización lateral de puestos.

- Debido al comportamiento que manifiesta la madera como materia prima, se observa alguna dificultad en encontrar una fuente confiable de abastecimiento, sin embargo, la planta cuenta con su propio aserradero y horno de secado, lo cual facilita la labor por el hecho de poder utilizarse madera en troza. El resultado de lo anterior es una clara división del proceso de producción en dos etapas claramente identificables; el

JAT, por el contrario, sólo representan un modo de hacer penetrar esta filosofía de trabajo en la conducta de las personas a fin fomentar una actitud de mejora continua.

## 5.2 PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN. PRIMERA ETAPA

Tal como se mencionó en el Capítulo 3, antes de proceder a efectuar cualquier cambio o inversión, es necesario que los altos ejecutivos de la empresa conozcan, cuando menos, los aspectos más relevantes de la transformación que supone la adopción del JAT. Sin embargo, en el caso de la empresa Interni, S. A., el nivel ejecutivo más alto está conformado por la junta de accionistas, quienes delegan toda la autoridad y responsabilidad del proceso productivo y su administración a una persona que funge como Gerente General, para quien, por su alto nivel de capacitación y experiencia, no fue difícil la comprensión de esta filosofía; sin embargo, en la mayoría de los casos se encontrará que existe desconocimiento y que es indispensable que la alta gerencia sea la primera en comprender los cambios y mejoras que tendrán lugar con las transformaciones propuestas.

### 5.2.1 Capacitación básica.

Esta etapa de capacitación básica no se considera parte del proceso de implementación, sin embargo, de su éxito y profundidad dependerá también el éxito de las posteriores etapas.

Como ya se mencionó, para lograr la aceptación de la realización del presente estudio, por parte de la empresa Interni, S. A., se sostuvo una serie de conversaciones con el Gerente General de la citada empresa, quien, a través de la documentación y materiales relacionados con los tópicos de mayor importancia del Justo a tiempo, conoció los cambios, mejoras y dificultades implicadas tan profundamente como fue posible, al mismo tiempo que se buscaba la compatibilidad o incompatibilidad de la gestión propuesta con el sistema de producción de Interni. Entre los principales puntos que favorecían la continuación del análisis se encontraron los siguientes:

- una planta de producción repetitiva combinada en la que las variaciones de modelo no implican cambios substanciales en los procesos y en la que es perfectamente factible la utilización de tecnología de grupos y de fabricación por familias de productos;
- maquinaria altamente flexible, en su mayoría, capaz de realizar varios operaciones simultáneamente, a partir de ajustes no complejos, lo que implica alta



- las zonas de proceso y/o de almacenamiento carecen de la identificación necesaria, dando origen a la improvisación y el desorden en algunos casos;
- los recorridos de los procesos no son claros y la asignación de la maquinaria se hace, principalmente, con base a la disponibilidad;
- No se presentan centros de responsabilidad identificables con los resultados obtenidos del proceso.

Después de haberse analizado y comprendido las implicaciones del JAT y los aspectos más relevantes del funcionamiento de la empresa Interni, se hace bastante evidente que muchos de los cambios que se proponen son sumamente sencillos y que no implican transformaciones imposibles de efectuar; sin embargo, la situación imperante en la empresa Interni con su modelo de fabricación por lotes se resume en un ambiente donde buena parte del tiempo productivo se pierde en actividades que no agregan ningún valor al producto, como por ejemplo: mantenimiento correctivo, inspecciones innecesarias y sin bases estadísticas, voluminosos transportes de materias primas por grandes distancias y a través de métodos rudimentarios, localización y selección de lotes de piezas para ensamble, etc. La razón para que esta situación se halla presentado es que los grandes lotes que se producen (como ya se mencionó, se produce el stock de piezas necesarias para cubrir un mes de demanda) encubre los defectos y no permite detectar su origen, dificulta la labor de control, hace compleja la gestión del sistema productivo, absorbe muchos de los recursos financieros y de espacio con los que se cuenta, etc. La planta de Interni presenta como resultado tiempos de respuesta demasiado largos e inciertos, un nivel de calidad aceptable sufragado por los altos costos de fabricación, un alto desperdicio de materias primas y poca flexibilidad, entre otros, todos efectos indeseables de su gestión de producción.

Estas son, entre otras, las razones que motivaron a continuar con el análisis y propuestas que se presentan en las siguientes páginas, ya que con ello se pretende solucionar algunos de los problemas fundamentales de la empresa en cuestión, a fin de situarla en la posición de surtir productos que satisfagan los requerimientos del cliente en lo que a valor, calidad, precio y tiempos de entrega se refiere.

### 5.2.2 Determinación de factores relevantes para la toma de decisiones.

Al alcanzar esta etapa del proceso se deben tener muy claros todos los aspectos fundamentales del JAT, es necesario proceder a verificar que se hayan satisfecho

Costos	
Concepto	Incluye
Mejoras del proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos de aseguramiento de calidad.</li> <li>• Mecanismos de inspección.</li> <li>• Cambios en la distribución del equipo en planta.</li> <li>• Cambios de equipo.</li> <li>• Mejoras en la fiabilidad.</li> </ul>
Mejoras en el control	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantación sistema Kanban.</li> <li>• Mecanismos de control.</li> </ul>
Equipo de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de proyecto</li> <li>• Ayudante</li> </ul>
Educación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarios iniciales y permanentes.</li> <li>• Consultores.</li> </ul>
Beneficios	
Concepto	Incluye
Reducción de las existencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencias en proceso.</li> <li>• Materias primas.</li> <li>• Producto terminado.</li> </ul>
Reducción de costos de garantía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devoluciones.</li> <li>• Reprocesos.</li> <li>• Garantía.</li> </ul>
Reducción de costos de compras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materias primas directas e indirectas provenientes de fuentes únicas.</li> </ul>
Productividad de la mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción en tiempos de ciclo.</li> <li>• Reducción en tiempos de transporte.</li> </ul>
Obsolescencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de inventarios obsoletos.</li> </ul>

Tabla 5-1. Costos y beneficios de la implementación del JAT.

De la estimación de los datos anteriores pueden, a su vez, calcularse algunos índices que permitan cuantificar los beneficios a obtener de los cambios que se plantean

Para seleccionar una sección y equipo piloto se debe tomar en cuenta la simplicidad del proceso y la adaptabilidad de la operación al sistema JAT, pero, sin descuidar la representatividad del proceso seleccionado respecto a las operaciones globales de la empresa. En este caso se decidió que la sección piloto para el arranque de la implementación sería la de elaboración de largueros, ya que es una operación simple y, al mismo tiempo, representativa del proceso.

De esta manera se propone que como parte de los primeros cambios a realizar se implemente una línea de producción exclusiva para piezas de larguero, es evidente que con ello también se iniciará de forma implícita la aplicación de la tecnología de grupos, ya que en la misma línea se podrán procesar las piezas necesarias para elaborar caberos, medios y peñazos; obligando casi de forma inmediata a la formación de otra línea de producción destinada a la fabricación de piezas de tableros y la posterior formación de células de ensamble final (Ver anexo 10).

### 5.3 PROPUESTA DE PLAN DE CAPACITACIÓN INICIAL Y PERMANENTE PARA TODOS LOS TRABAJADORES

La capacitación a la que se ha hecho referencia en varias ocasiones, en secciones anteriores, debe dividirse en dos etapas claramente identificables. Durante la primera etapa el objetivo debe ser el de difundir los principios de la filosofía JAT a todos los niveles de la empresa para despertar una actitud positiva al respecto, haciendo especial énfasis en el enriquecimiento del trabajo que como resultado del cambio se propiciará; el anexo 7 detalla los contenidos a cubrir en la capacitación inicial, así como un posible cronograma para su realización.

La segunda etapa, deberá tener un carácter permanente y periódico, cubriendo tanto aspectos operacionales que contribuyan al enriquecimiento del trabajo como el proceso de mejora continua en sí. En el anexo 8 se encontrarán los requisitos que debe cubrir un plan de capacitación posterior a la implementación del JAT.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

- una notable reducción en las distancias entre estaciones;
- recorridos claramente identificables;
- surgimiento de células de producción o minifábricas con una distribución claramente orientada al producto;
- un aumento considerable en la simplicidad, mejorando, al mismo tiempo, la posibilidad de implementar un sistema de control visual;
- desaparición de las zonas de almacenamiento temporal, con lo que se mejora el orden y se obliga al surgimiento de mecanismos que permitan la detección del origen de las fallas en los productos.

Con la distribución propuesta no se pretende llegar a una distribución definitiva e inflexible, por el contrario, representa sólo una opción para dar inicio al constante cambio que propone el JAT en búsqueda de la mejora continua.

## 5.6 SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN Y FLUJO DE MATERIALES

En la sección 2.4.11 se expuso acerca de las diferencias entre los sistema de control de producción, tradicionales y los JAT, como se recordará, para satisfacer los principios de esta filosofía deberán emplearse mecanismos de control simples, flexibles y que proporcionen una retroalimentación inmediata del desempeño, tanto global como detallado del sistema productivo, con este objetivo se diseñó un sistema de control de producción visual, flexible y adecuado a los requerimientos del proceso, facilitando, a la vez, la labor de transporte de las materias primas por la fábrica.

Se considera adecuado para llevar a cabo la labor de control y transporte un sistema jalar/kanban basado en el uso de carretones identificados con sus respectivas tarjetas Kanban, el detalle del diseño y funcionamiento del mismo se encuentra en el anexo II.

En la actualidad, se utilizará el sistema de una tarjeta de producción por estación, el detalle de la operación del Kanban se encuentra en la sección 2.4.11.

Es importante observar que el diseño del sistema de control Kanban esta en función de la demanda y del tiempo entre órdenes como variables externas de mayor influencia y del tiempo de ciclo, como variable interna, pero, dependiente también del producto que se este fabricando en un momento determinado. De lo anterior se hace evidente que se deberá mantener un especial cuidado en el sistema de control de producción para mantener los niveles de stock deseados y la flexibilidad esperada del

El estudio de tiempos y movimientos, tal como se mencionó con anterioridad, se orientará a la flexibilización del sistema productivo a través de la reducción de los tiempos de preparación de maquinaria para cambios de modelo. Conforme la planta se haga más flexible y mejore sus tiempos de respuesta será posible elevar la producción, dando origen al consecuente crecimiento del nivel de las operaciones o a su diversificación, lo que nuevamente motivará a la búsqueda de mejores métodos y de sistemas más flexibles, pero procurando mantener su simplicidad.

Es evidente que la mejora continua nacerá de los individuos, de su inventiva, de su trabajo en equipo y de su involucramiento total al sistema productivo más que de cualquier otro factor, ya que aún contando con la maquinaria más sofisticada o con las mejores instalaciones, ninguna mejora será factible sin la participación de los seres humanos, de aquí que algunas de las técnicas presentadas en este trabajo de tesis se clasifiquen dentro de una tendencia de humanización del trabajo.

## CONCLUSIONES

1. La Filosofía de gestión de producción justo a tiempo nace en Japón, motivado por la necesidad de optimizar el uso de los recursos con los que se contaba después de la Segunda Guerra Mundial y sirve de plataforma para impulsar el desarrollo económico de ese país.
2. La Filosofía de gestión de producción Justo a tiempo no constituye cambios aislados o transitorios, tampoco cuenta con un período estimado para completarse, constituye un cambio permanente en la forma de ver y hacer las cosas, por parte de todos los miembros de un sistema productivo.
3. La Filosofía de gestión de producción justo a tiempo constituye una filosofía de gestión administrativa que promueve la simplicidad, flexibilidad, el valor agregado, la identificación y solución de problemas, etc., para procurar un ambiente de mejora continua a través de principios fáciles de comprender y aplicar, pero, con penetración a todos los niveles empresariales.
4. La Filosofía de gestión de producción justo a Tiempo no es un fin sino un medio del cual los gerentes de producción se valen para impulsar la productividad y la mejora continua.
5. La Filosofía de gestión de producción justo a Tiempo no supone, necesariamente, la implementación de una política de cero inventarios. Sus principios suponen llevar la producción a niveles que reduzcan los desperdicios, se puedan identificar y asociar los problemas relacionados con la calidad, manteniendo la flexibilidad y el orden, con la finalidad de reducir los tiempos de respuesta y orientado el sistema productivo a satisfacer los requerimientos del cliente, a fin de aumentar su nivel de satisfacción, produciendo artículos de calidad, en las cantidades requeridas y con tiempos de entrega precisos.
6. Las empresas que trabajan bajo la Filosofía de gestión de producción Justo a Tiempo funcionarán mejor en ambientes dinámicos orientados a la satisfacción del cliente, en la que tanto los fabricantes de productos finales como los de equipo original y partes compartan las mismas políticas de producción y procuren tanto la certificación de sus proveedores como la reducción de su número.

7. Un sistema de compras Justo a tiempo es importante para las empresas que trabajan bajo esta filosofía, ya que permitirá mantener los niveles de stock determinados según la política de inventarios.
8. El proceso de implementación del Justo a tiempo a una empresa supone un análisis profundo de su sistema productivo y administrativo, de su cultura organizacional, procesos, etc., además, no implica un período de tiempo por completarse.
9. Distribución de planta con múltiples líneas de producción orientadas al producto, productos de tecnología modular y con el menor número de piezas posibles, control estadístico de calidad, mantenimiento preventivo total, involucramiento total del personal, son, entre otros, algunos de los principales cambios que propone el Justo a tiempo.

## RECOMENDACIONES

1. Para proceder a efectuar cualquier cambio en un sistema productivo es necesario llevar a cabo un diagnóstico para determinar la viabilidad de las acciones a ejecutar.
2. La asesoría y capacitación externa, constantes, son invaluableles en la planeación del cambio empresarial.
3. En los sistemas productivos orientados al proceso, es recomendable evaluar el impacto y utilidad de la tecnología de grupos como alternativa de gestión productiva, ya que de esta manera se iniciará la utilización de múltiples líneas de producción y la identificación de familias de producción, como punto de partida, para la implantación de la Filosofía de gestión de producción justo a tiempo.
4. Como parte del proceso de implementación de la Filosofía de gestión de producción justo a tiempo se recomienda no llevar a cabo acciones aisladas ya que, de esta manera no podrán esperarse resultados positivos.
5. Es de suma importancia, que una vez alcanzado el objetivo de implementar la Filosofía de gestión de producción justo a tiempo no se abandone su aplicación ya que esto provocaría el inminente fracaso del resultado global.
6. La principal recomendación que surge del presente trabajo de tesis es el examinar los principios que hasta ahora se han sostenido como válidos y funcionales, para buscar sistemas productivos más eficientes y efectivos, que permitan incrementos substanciales en la productividad y, por consiguiente, en el nivel de vida de Guatemala.



## BIBLIOGRAFÍA

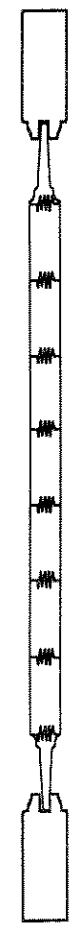
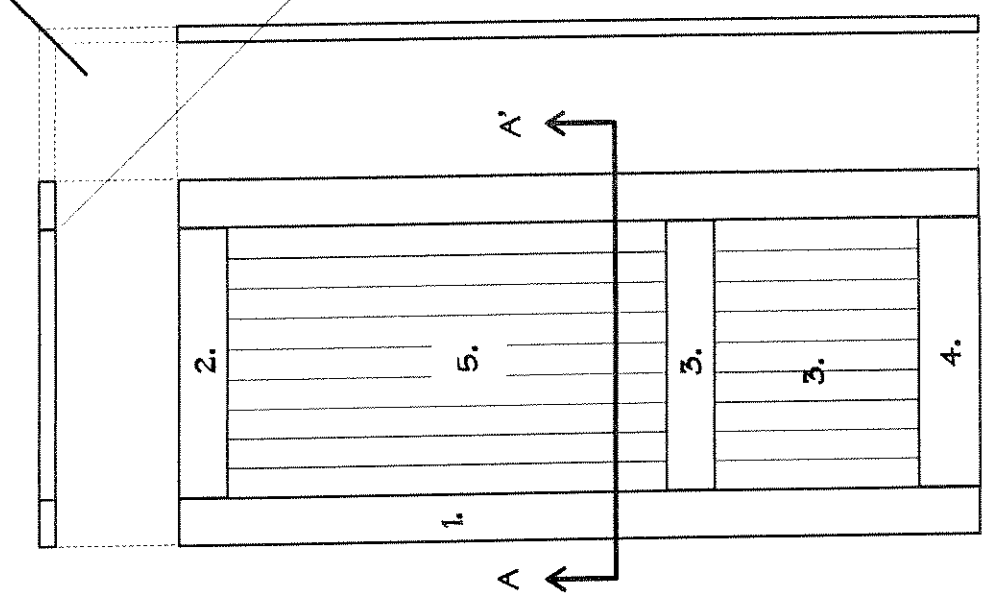
1. CÁRDENAS, Agustín J.: Administración con el método japonés. México: Compañía Editorial Continental, S.A. (CECSA), 1993.
2. CHIAVENATO, Idalberto: Iniciación a la Administración de la Producción. México: McGraw-Hill, 1993.
3. CHIAVENATO, Idalberto: Iniciación a la Planeación y el Control de la Producción. México: McGraw-Hill, 1993.
4. GEORGE, Claude S. Jr.: Historia del Pensamiento Administrativo. México: Prentice Hall, 1991.
5. GUTIERREZ G., Gustavo: Justo a Tiempo y Calidad Total. México: Ediciones Castillo, 1994.
6. ISHIKAWA, Kaoru: Qué es el Control Total de Calidad. Colombia: Editorial Norma, 1996.
7. KOONTZ, Harold & Weihrich, Heinz: Administración: Una Perspectiva Global. México: McGraw-Hill, 1996.
8. KUME, Hitoshi: Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad. Colombia: Editorial Norma, 1995.
9. NIEBEL, Benjamin W.: Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos. México: Alfaomega, 1990.
10. O'GRADY, P. J.: Just-in-Time Una estrategia fundamental para los jefes de producción. España: McGraw-Hill, 1992.
11. O'NEAL, Charles y Bertrand, Kate: Marketing Justo a Tiempo. Colombia: Editorial Norma, 1993.
12. ROBINS, Stephen P.: Administración: Teoría y Práctica. México: Prentice Hall, 1992.
13. SCHONBERG, Richard J.: Manufactura de Categoría Mundial. Colombia: Editorial Norma, 1991.
14. THOMPSON, Phillip: Círculos de Calidad. Colombia: Norma, 1995.

ANEXOS

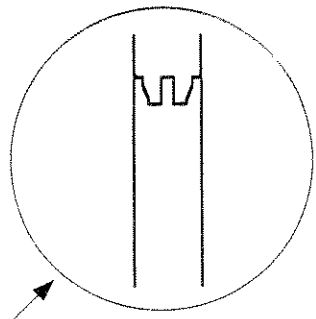
**ANEXO 1**

**DISEÑO DE PUERTA Y SUS PARTES**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



SECCIÓN A-A'  
ESCALA 1:7.5



DETALLE DE ENSAMBLE  
ESCALA 1:5

VISTAS  
ESCALA 1:20

ESQUEMA GENERAL DE PUERTA

NOTAS:

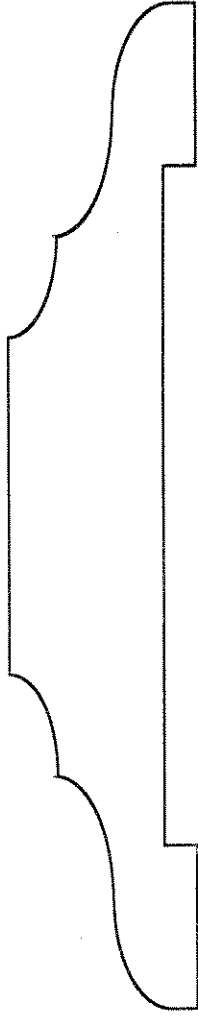
PARTES DE LA PUERTA

1. LARGUERO 84X5X1 1/4.
  2. CABERO 5X27 1/2 (MAX)X1 1/4
  3. CENTRO 5X27 1/2 (MAX)X1 1/4
  4. PEINAZO 7X27 1/2 (MAX)X1 1/4.
  5. TABLERO SUPERIOR: 9  
PIEZAS DE 48X3X1 1/4.
- TABLERO INFERIOR: 9  
PIEZAS DE 24X3X1 1/4.

VARIANTES

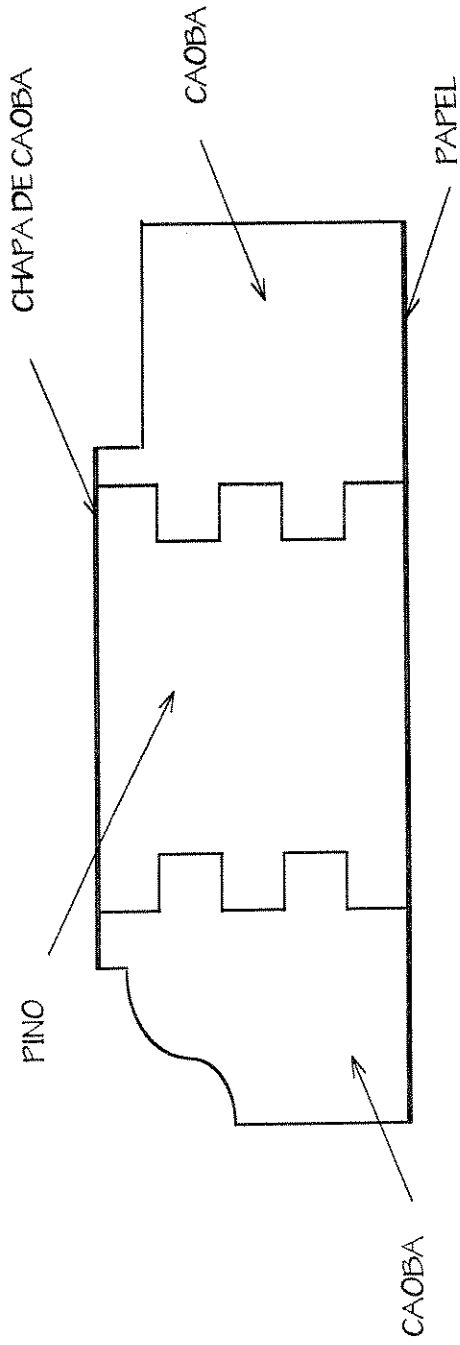
1. EXISTE UN MODELO CON CABERO CURVO, EN TAL CASO, LA MEDIDA DEL CABERO Y PEINAZO SE INVIERTEN.
2. LOS ANCHOS TOTALES DE LA PUERTA PUEDEN VARIAR ASÍ: 29", 33", 37".

TODAS LAS MEDIDAS EN PULGADAS EXPRESAN: (ALTO)X(ANCHO)X(ESPESOR).



SECCIÓN DE TAPALUZ DE MARCO

ESCALA 2:1



SECCIÓN DEL MARCO

ESCALA 1:1

**PARTES DEL MARCO**

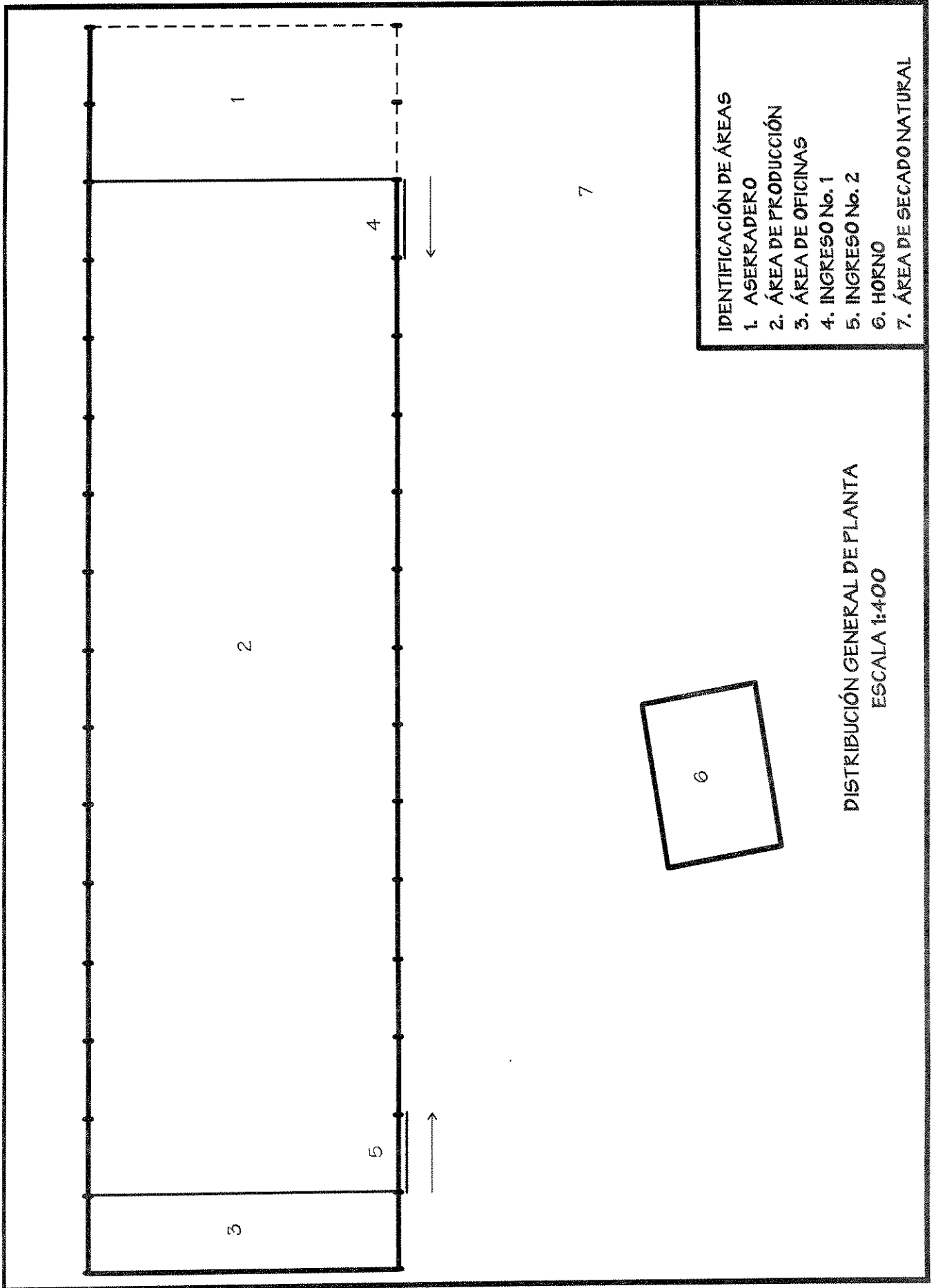
1. TAPALUZ
2. LARGUEROS
3. CABERO

**NOTA:**

LOS LARGUEROS Y CABERO SON  
CONTRUIDOS DE 5 PARTES TAL COMO  
LO MUESTRA LA FIGURA DE ABAJO.

**SECCIONES DE COMPONENTES DEL MARCO**

**ANEXO 2**  
**PLANO DE PLANTA**



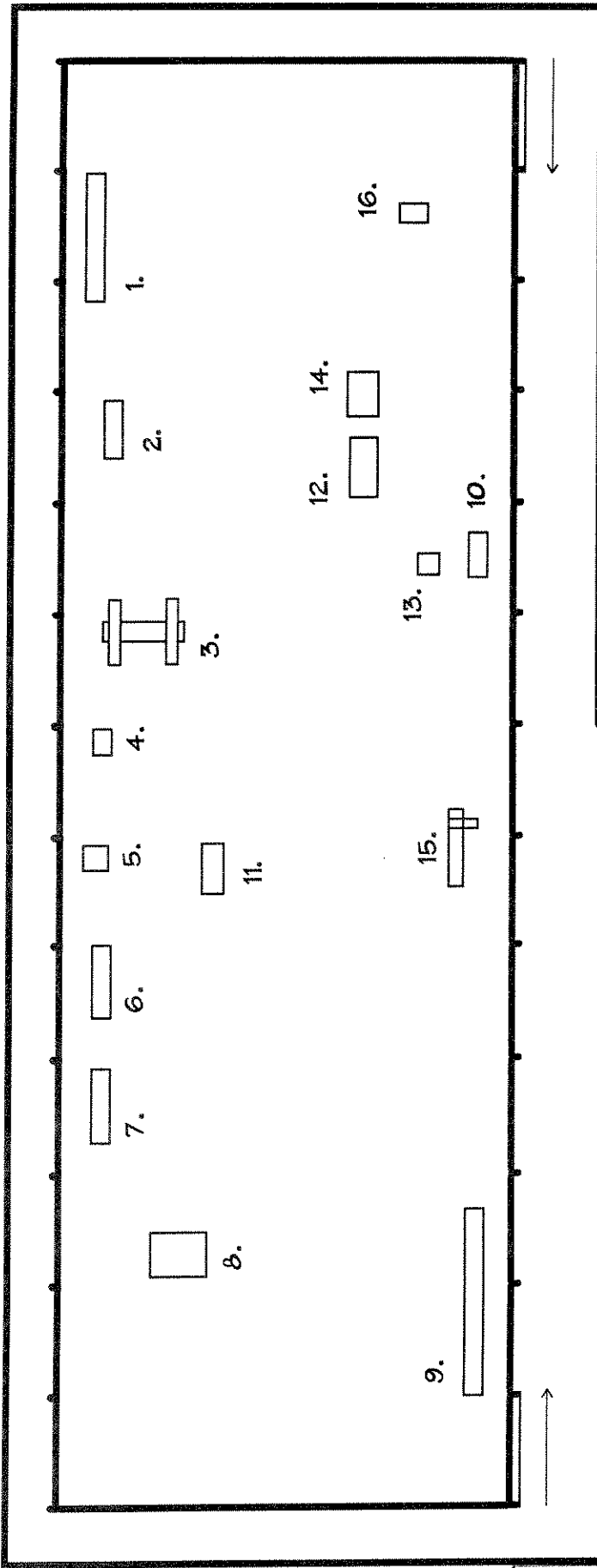
- IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS**
- 1. ASERRADERO
  - 2. ÁREA DE PRODUCCIÓN
  - 3. ÁREA DE OFICINAS
  - 4. INGRESO No. 1
  - 5. INGRESO No. 2
  - 6. HORNO
  - 7. ÁREA DE SECADO NATURAL

**DISTRIBUCIÓN GENERAL DE PLANTA**  
**ESCALA 1:400**

## **ANEXO 3**

### **DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO EN PLANTA**

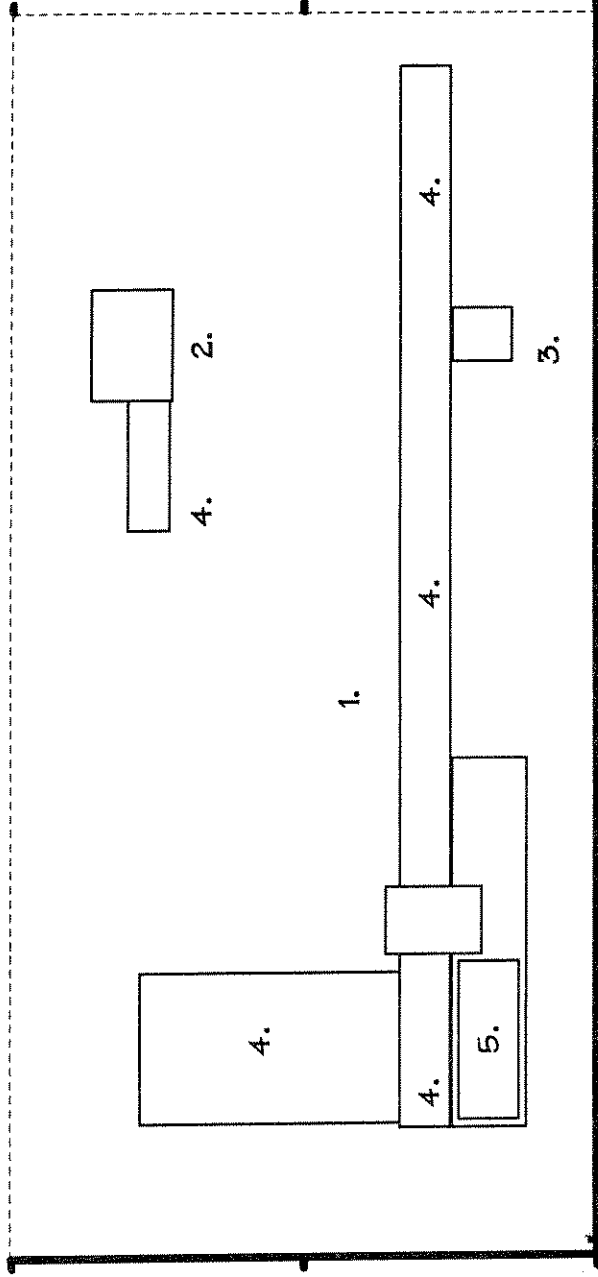




**MAQUINARIA**

1. AMOLDURADORA WEINING.
2. DESPUNTADORA, DOBLE SIERRA CIRCULAR CON SEPARACIÓN AJUSTABLE.
3. ESCUADRADORA Y FRISADORA DOBLE AJUSTABLE GABBIANI.
4. TROMPO TS.11G.SAC.
5. BARRENO MULTIPLE EUROPA RIMINI ITALI FM25.
6. PRESNA HIDRÁULICA.
7. PRESNA HIDRÁULICA.
8. LIJADORA DE CINTA DMC.
9. AMOLDURADORA SPANAVELLO.
10. CANTEADORA.
11. ESPIGADORA.
12. PENSA PLANA
13. CEPILLO
14. PRESNA AL VACIO
15. SECCIONADORA
16. SIERRA DE CINTA

DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN ÁREA DE PRODUCCIÓN  
 ESCALA 1:350



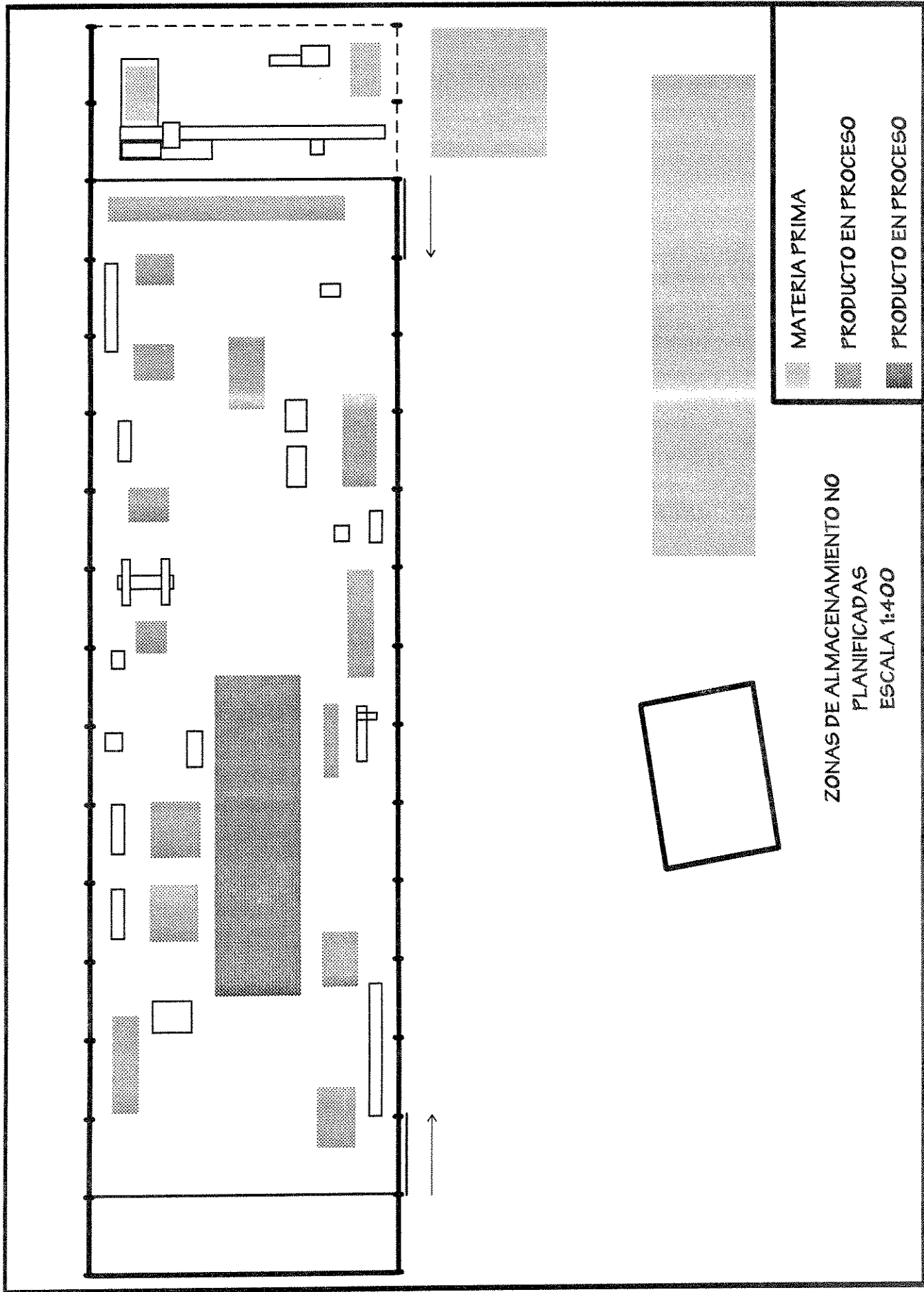
DISTRIBUCIÓN EN ASERRADERO

1. SIERRA DE CINTA.
2. SIERRA MULTIPLE (HASTA 7 CORTES DE T<sup>o</sup>).
3. SIERRA DE FÉNDULO.
4. BANDAS DE TRANSPORTE
5. CARRO TRANSPORTADOR DE TROZAS.

DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN ASERRADERO  
 ESCALA 1:150

## **ANEXO 4**

### **ZONAS DE ALMACENAMIENTO NO PLANIFICADAS**

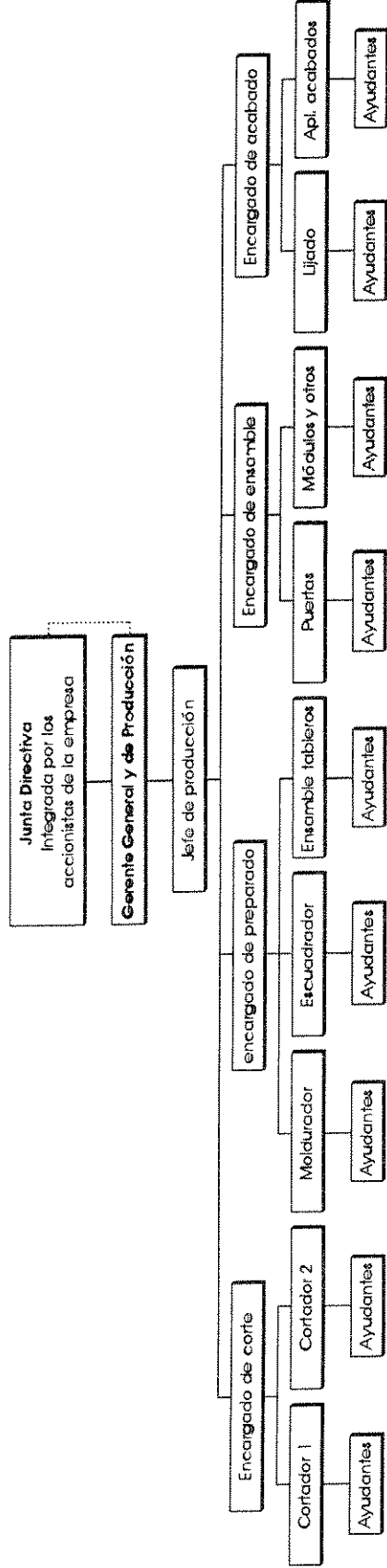


MATERIA PRIMA  
PRODUCTO EN PROCESO  
PRODUCTO EN PROCESO

ZONAS DE ALMACENAMIENTO NO  
PLANIFICADAS  
ESCALA 1:400

**ANEXO 5**  
**ORGANIGRAMA**

## Organigrama Interni, S.A.



## Descripción general de puestos

Gerente General y de Producción	Jefe de Producción	Encargados	Operadores	Ayudantes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporta directamente a la Junta de Accionistas.</li> <li>• Es responsable de la Administración general de la empresa, así como de la gestión de producción, control de calidad, ventas, mercadeo, finanzas, etc.</li> <li>• Al mismo tiempo que es Gerente funge como asesor de la Junta directiva por su amplio conocimiento de los procesos relacionados con la madera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporta directamente al Gerente General y de Producción.</li> <li>• Es responsable de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar la ejecución de la planificación de la producción.</li> <li>• Mantener al día los registros para el control de la producción.</li> <li>• La organización y orden de la planta.</li> <li>• El mantenimiento del equipo.</li> <li>• El control de calidad.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportan al Jefe de Producción.</li> <li>• Sus atribuciones son:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• calibrar, ajustar, preparar y dar mantenimiento en las maquinas a su cargo;</li> <li>• capacitar al personal a su cargo;</li> <li>• inspeccionar el producto obtenido;</li> <li>• Llevar control de existencia en su area según política de existencias.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportan al Encargado o al Jefe de Producción.</li> <li>• Son responsables de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• operar pasando la madera;</li> <li>• cooperar en el mantenimiento y preparación de las maquinas;</li> <li>• inspeccionar el resultado de su trabajo.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportan al encargado de Area o al Jefe de Producción segun sea el caso.</li> <li>• Sus responsabilidades son:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• prestar ayuda física en todas la labores de operación y transporte de materia prima en la planta.</li> </ul> </li> </ul>

**Nota.** En la todos los casos el encargado de área es responsable de la operación de una de las estaciones de trabajo, al mismo tiempo que cumple con sus responsabilidades como encargado ante el jefe de producción.

**ANEXO 6**  
**DIAGRAMAS**

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA		Elaboración de largueros		DIAGRAMA No..		01-96	
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN		Almacén de materia prima		DIAGRAMA DEL MÉTODO		Actual	
EL DIAGRAMA TERMINA EN		Almacenamiento temporal		FECHA	21	05	HOJA 1 DE 1
Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción del proceso	Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción
	-	1	Área de almacenamiento temporal de materia prima seca		-	7	Esperar operación de escuadrado
25	-	1	Pieza de madera hacia la canteadora		0.17	2	Escuadrado para lograr exactitud y escuadra en las medidas de longitud final.
	-	1	Esperar la operación de canteado		-	8	Esperar traslado a barreno
	0.75	1	Canteado de la pieza para larguero hasta lograr nivel adecuado	7	-	5	Traslado a barreno múltiple
	-	2	Esperar traslado a amolduradora		-	9	esperar operación de barrenado
28	-	2	Traslado a amolduradora		0.2	3	Barrenado de 2 agujeros en posición de cabero
	-	3	Esperar la operación de amoldurado		-	10	Esperar barrenado en peinazo
	0.35	2	Amoldurado. Cepillado de tres secciones y amoldurado de una en una operación.		0.2	4	Barrenado de 2 agujeros en posición de peinazo
	-	4	Espera transporte a despunte		-	11	Esperar barrenado en medio
3.5	-	3	Transporte a despuntadora		0.2	5	Barrenado de 2 agujeros en posición de medio.
	-	5	Esperar operación de despunte		-	12	Esperar traslado a área de preparación y ensamble
	0.35	1	Despunte en ambos extremos (Sierra doble).	7	-	6	Traslado a área de preparación de ensamble
	-	6	Esperar transporte a escuadradora		-	13	Espera hasta ser utilizado
5.5	-	4	Transporte a escuadradora				

RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	5	1.12	
Inspecciones	-	-	
Actividades combinadas	2	1.1	
Transporte	6	indeterminado	76 metros
Almacenamientos	1	indeterminado	
Retrasos	13	indeterminado	



DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA	Elab. de cabero/medio/peinazo.	DIAGRAMA No..	01-96
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN	Almacén de materia prima	DIAGRAMA DEL MÉTODO	Actual
EL DIAGRAMA TERMINA EN	Almacenamiento temporal	FECHA	21 05 HOJA 1 DE 1

Distancia (m)	Tiempo (m)	Simbolos	Descripción del proceso	Distancia (m)	Tiempo (m)	Simbolos	Descripción
	-		Área de almacenamiento temporal de materia prima seca		-		Esperar operación de escuadrado/frisado
25	-		Pieza de madera hacia la canteadora		0,17		Escuadrado y frisado para obtener hembra de ensamble con larguero.
	-		Esperar la operación de canteado		-		Esperar traslado a barreno
	0,20		Canteado de la pieza para larguero hasta lograr nivel adecuado	7	-		Traslado a barreno múltiple
	-		Esperar traslado a amolduradora		-		esperar operación de barrenado
28	-		Traslado a amolduradora		0,15		Barrenado de 2 agujeros en un extremo
	-		Esperar la operación de amoldurado		-		Esperar 2do barrenado
	0,10		Amoldurado. Cepillado de tres secciones y amoldurado de una en una operación.		0,15		Barrenado de 2 agujeros en extremo opuesto
	-		Espera transporte a despunte	7			Traslado a área de ensamble
3,5	-		Transporte a despuntadora		-		Esperar colocación de tarugos
	-		Esperar operación de despunte		0,25		Colocación de tarugos
	0,30		Despunte en ambos extremos (Sierra doble).	7	-		Espera hasta ser utilizado
	-		Esperar transporte a escuadradora/frisadora		-		
5,5	-		Transporte a escuadradora/frisadora				

RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	5	1,02	
Inspecciones	-	-	
Actividades combinadas	2	0,3	
Transporte	6	indeterminado	76 metros
Almacenamientos	2	indeterminado	
Retrasos	11	indeterminado	

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**

OBJETO DEL DIAGRAMA	Pieza para elaboración de tablero	DIAGRAMA No..	02-96
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN	Almacén de materia prima seca	DIAGRAMA DEL MÉTODO	Actual
EL DIAGRAMA TERMINA EN	Almacenamiento temporal	FECHA	21 5
		HOJA	1 DE 1

Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción del proceso	Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción
	-		Area de almacenamiento temporal de materia prima seca.				
56	-		Pieza de madera a canteadora				
	-		Esperar operación de canteado				
	0.13		Canteado de pieza hasta lograr regularidad.				
	-		Esperar transporte a amoldadora				
42	-		Pieza de madera a amoldadora				
	-		Esperar operación de amoldurad				
	0.16		Amoldurado. Cepillado en 2 caras y frisado en 2. Chequeo regularidad pieza.				
	-		Esperar transporte a sección de prensa para ensamble de tableros				
18	-		transportar a prensa				
	-		Almacenamiento temporal en área de ensamble de tableros.				

**RESUMEN**

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones			
Inspecciones			
Actividades combinadas	2	0.29	
Transporte	3	Indeterminado	116
Almacenamientos	2	Indeterminado	
Retrasos	4	Indeterminado	

### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA	Elab. de dos tableros genéricos	DIAGRAMA No..	03-96
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN	Almacén temporal de ensamble.	DIAGRAMA DEL MÉTODO	Actual
EL DIAGRAMA TERMINA EN	Almacenamiento temporal	FECHA	21 5
		HOJA	1 DE 1

Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción del proceso	Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción
	-	▽ 1	Almacenamiento temporal en área de ensamble de tableros.				
3	-	◡ 1	Trasladar a mesa de encolado				
	1.1	□ 1	Seleccionar piezas de tablero según semejanza de color.				
	0.7	○ 1	Colocar 18 piezas simultáneamente en mesa para encolado				
	1.2	○ 2	Encolar				
4	-	◡ 2	Transportar a estufa.				
	3	○ 3	Operación de calentamiento de cola para activar su efecto de pegado.				
3.5	-	◡ 3	Transportar a prensa (18 piezas de tablero)				
	1.5	□ 2	Armado de dos tableros cada vez.				
	3	○ 4	Prensa de tablero para conformación final.				
	-	○ 1	Esperar transporte a área de almacenamiento temporal				
10	-	◡ 4	Transporte a almacenamiento temporal				
	-	▽ 2	Almacenamiento temporal antes de elaboración de tablero final.				

#### RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	4	7.9	
Inspecciones	-		
Actividades combinadas	2	2.6	
Transportes	4		20.5
Almacenamientos	2		
Retrasos	1		

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA	Elaboración de tablero inferior.	DIAGRAMA No..	05-96
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN	Almacén temporal tableros.	DIAGRAMA DEL MÉTODO	Actual
EL DIAGRAMA TERMINA EN	Almacén temporal ensamble final.	FECHA	21 / 5
		HOJA	1 DE 1

Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción del proceso	Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción
	-	▽ 1	Almacenamiento temporal de tableros antes de elaboración de tablero final.				
42	-	◇ 1	Trasladar a corte				
	-	□ 1	Esperar operación de corte				
	0.20	○ 1	Corte por la mitad a lo largo para obtener 2 tableros pequeños				
	-	□ 2	Esperar transporte a frisadora/escuadradora.				
24	-	◇ 2	trasladar a frisadora/escuadradora				
	-	□ 3	Esperar operación de Escuadrado/frisado				
	0.90	○ 2	Escuadrar a medida y hacer friso de ensamble en sentido longitudinal				
	-	□ 4	Esperar segunda operación de escuadrado/frisado				
	0.40	○ 3	Escuadrado a medida y hacer friso de ensamble en sentido transversal				
	-	□ 5	Espera de traslado a área de ensamble final				
22	-	◇ 3	Transporte a área de ensamble final de puerta				
	-	▽ 2	Almacenamiento temporal antes de proceder a ensamble de puerta.				

RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	3	1.5	
Inspecciones	-	-	
Actividades combinadas	-	-	
Transportes	3	-	8m
Almacenamientos	2	-	
Retrasos	5	-	

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA	Elaboración final de tablero sup.	DIAGRAMA No..	04-96
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN	Almacén temporal de tableros.	DIAGRAMA DEL MÉTODO	Actual
EL DIAGRAMA TERMINA EN	Almacén temporal ensamble final.	FECHA	21 5
		HOJA	1 DE 1

Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción del proceso	Distancia (m)	Tiempo (m)	Símbolos	Descripción
	-		Almacenamiento temporal de tableros antes de elaboración de tablero final.				
25	-		trasladar a frisadora/escuadradora				
	-		Esperar operación de Escuadrado/frisado				
	0.95		Escuadrar a medida y hacer friso de ensamble en sentido longitudinal				
	-		Esperar segunda operación de escuadrado/frisado				
	0.90		Escuadrado a medida y hacer friso de ensamble en sentido transversal				
	-		Espera de transporte a área de ensamble final.				
22	-		Transporte a área de ensamble final de puerta.				
	-		Almacenamiento temporal antes de proceder a ensamble de puerta.				

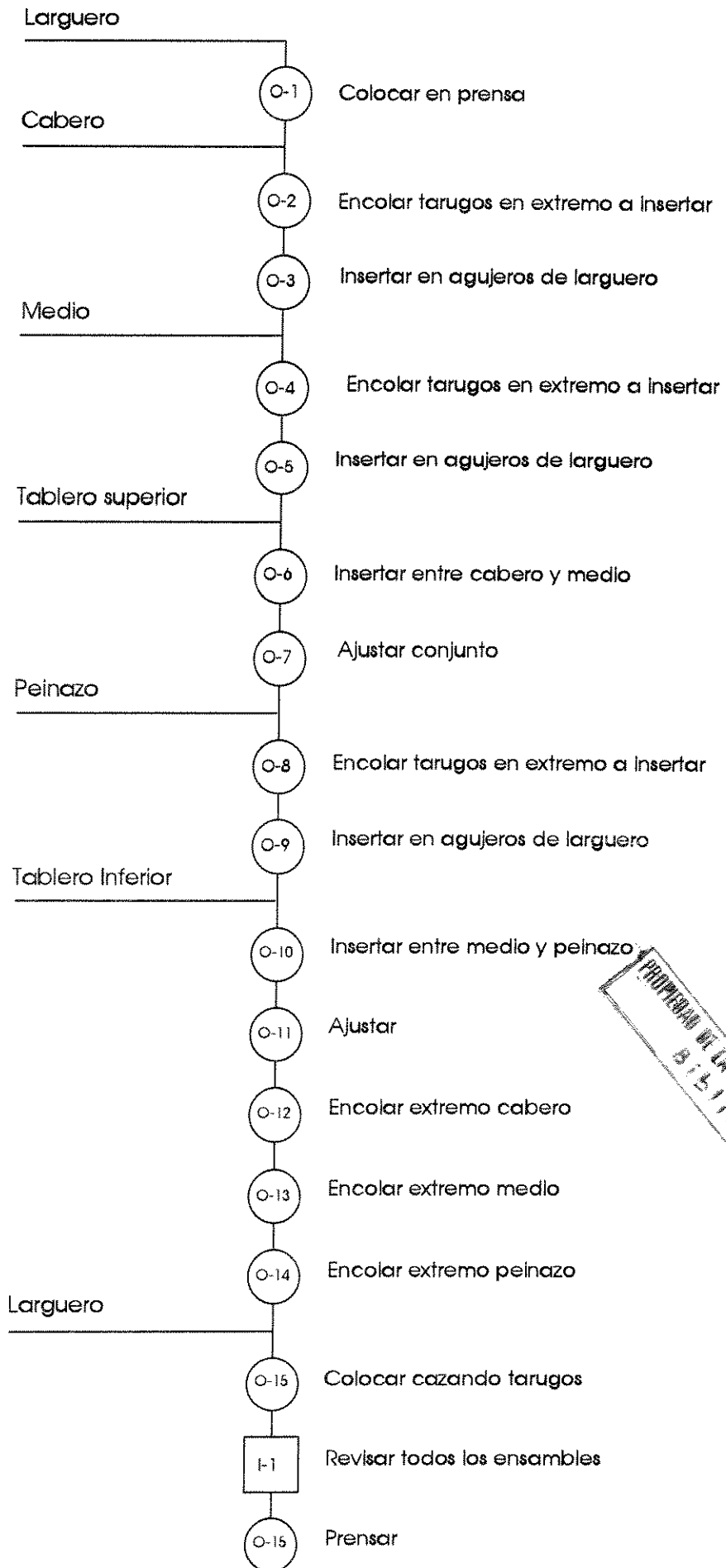
RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	2	1.85	
Inspecciones	-	-	
Actividades combinadas	-	-	
Transportes	2	-	27
Almacenamientos	2	-	
Retrasos	3	-	

## **Anotaciones relativas al marco de la puerta**

Los diagramas correspondientes a las piezas para elaboración del marco son muy semejantes a los del larguero de puerta, a excepción de que éstas no son despuntadas ni escuadras a la medida. Las piezas son posteriormente unidas mediante una operación de prensa y enchapadas, el proceso posterior es, exactamente, igual al de un larguero de puerta, excluyendo las operaciones de perforación y colocación de tarugos.

Existe una similitud claramente identificable entre los procesos en mención por lo que los largueros de puerta, piezas de larguero de marco y largueros de marco pueden identificarse claramente como una familia de piezas.



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 Biblioteca Central

**ANEXO 7**

**CONTENIDOS Y CRONOGRAMA DEL PROGRAMA DE  
CAPACITACIÓN**



## CONTENIDOS Y CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN INICIAL

Semana	Tema a tratar	Contenidos
1era.	Introducción	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Breve historia de los precursores de la administración científica y la ingeniería industrial.</li> <li>2. Estructura organizacional y división del trabajo.</li> <li>3. Agrandamiento y enriquecimiento del trabajo</li> </ol>
2da.	Sistemas tradicionales de producción	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipos de sistemas productivos.</li> <li>2. Producción continua (distribución orientada al producto).</li> <li>3. Producción por lotes (distribución orientada al proceso).</li> <li>4. Departamentalización.</li> </ol>
3era.	Introducción a la filosofía de operaciones JAT.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué es el JAT?</li> <li>2. Principios Básicos del JAT.</li> </ol>
4ta.	Diseño de múltiples líneas de flujo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tecnología de Grupos.</li> <li>2. Identificación de una familia de productos</li> <li>3. ¿Qué es una Célula de producción?</li> <li>4. Interrelación entre la célula y una familia de productos.</li> </ol>
5ta.	Estructura de trabajo y de los puestos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atribuciones y responsabilidades de los miembros de una célula.</li> <li>2. Enriquecimiento del trabajo mediante la rotación de puestos.</li> <li>3. Creación de centros de responsabilidad en una célula.</li> </ol>
6ta.	Control de la calidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dimensiones de la calidad.</li> <li>2. Métodos básicos control de calidad.</li> <li>3. Cómo se logra calidad en el origen con un sistema JAT.</li> </ol>
7ma.	Mantenimiento preventivo total	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué es el Mantenimiento preventivo total?</li> <li>2. ¿Quiénes y cuándo lo llevan a cabo?</li> <li>3. Ventajas y beneficios.</li> </ol>
8ava.	Diseño de productos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño modular.</li> <li>2. Importancia de reducir el número de piezas en el diseño.</li> <li>3. Tecnología de ensamble.</li> </ol>

Semana	Tema a tratar	Contenidos
9na.	Cambios de modelo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Importancia de la reducción del tiempo de cambio de modelo.</li> <li>2. Procedimiento de reducción del tiempo de cambio de modelo.</li> </ol>
11ava.	Sistemas de control Kanban.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué es un Sistema halar?</li> <li>2. ¿En qué consiste una señal Kanban?</li> <li>3. Tipos de Kanban.</li> <li>4. Funcionamiento.</li> </ol>
12ava.	¿Cómo opera un sistema JAT?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Simulación de funcionamiento de un sistema JAT</li> <li>2. Evaluación global del JAT</li> <li>3. Conclusiones.</li> </ol>

**ANEXO 8**

**PLAN DE CAPACITACIÓN PERMANENTE**

## PLAN DE CAPACITACIÓN PERMANENTE

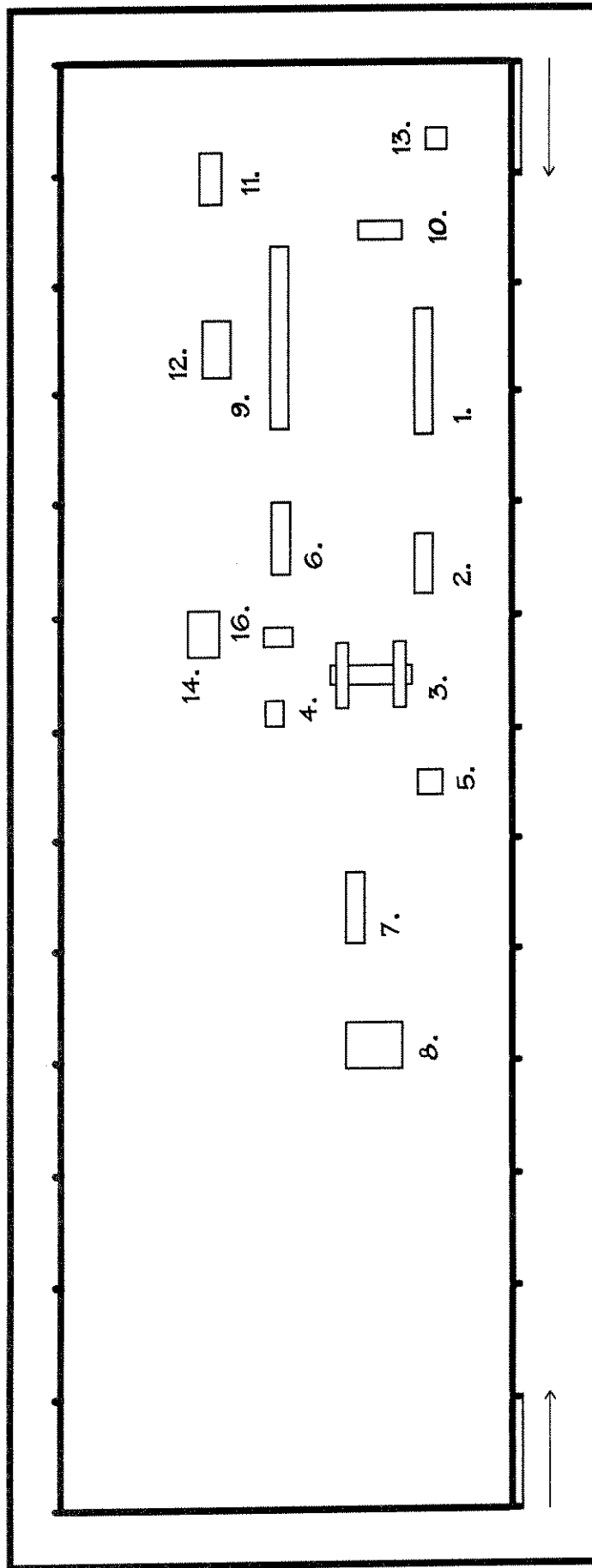
La capacitación permanente tiene como principal objetivo el enriquecimiento del trabajo a partir de la participación de todo el personal en la toma de decisiones. La mejor forma de satisfacer los principios del JAT y, al mismo tiempo, la necesidad de capacitación permanente del personal es a través de círculos de calidad. A diferencia de la capacitación inicial, el plan de capacitación permanente no tiene una duración determinada, por el contrario, su principal objetivo debe ser la búsqueda de la mejora continua. Por las razones anteriormente expuestas no se presenta cronograma alguno de actividades, pero, se detallan los aspectos relevantes en la ejecución de dicha capacitación.

- Se iniciará con el programa de capacitación permanente tan pronto como se fianlice con la capacitación inicial.
- Se incluirá a todos los miembros del personal de producción.
- Se programará una rotación de puestos tal que permita al personal conocer más a fondo otras áreas del proceso, con la finalidad de promover mayor participación en la toma de decisiones, identificación y solución de problemas y, en general, el enriquecimiento del trabajo.

Es de esperar que este tipo de capacitación llegue a convertirse en un programa formal y permanente en el que se incluya personal externo que pueda transmitir conocimientos especializados de una manera efectiva.

**ANEXO 9**

**NUEVA DISTRIBUCIÓN (PROPUESTA)**



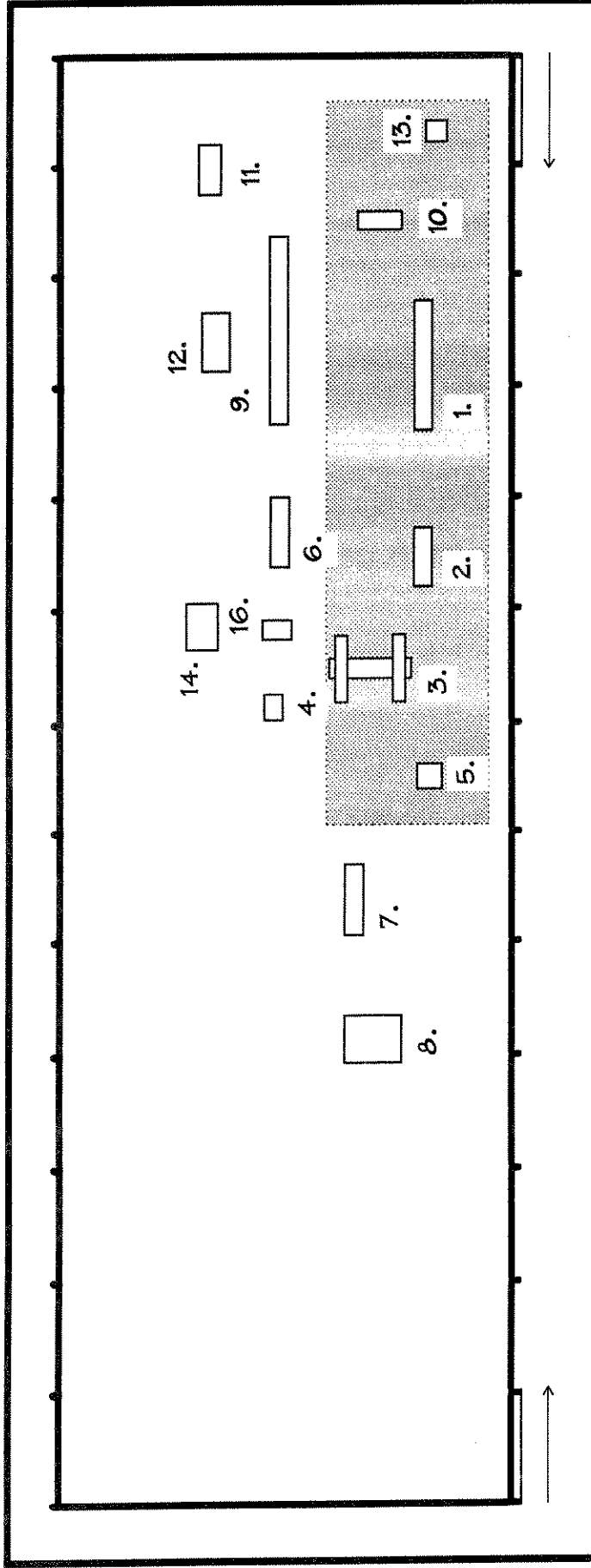
MAQUINARIA

1. AMOLDURADORA WEINING.
2. DESPUNTADORA, DOBLE SIERRA CIRCULAR CON SEPARACIÓN AJUSTABLE.
3. ESCUADRADORA Y FRISADORA DOBLE AJUSTABLE GABBIANI.
4. TROMPO TS.11G.SAC.
5. BARRENO MULTIPLE EUROPA KIMINI ITALI FM25.
6. PRENSA HIDRÁULICA.
7. PRENSA HIDRÁULICA.
8. LIJADORA DE CINTA DMC.
9. AMOLDURADORA SPANAYELLO.
10. CANTEADORA.
11. ESPIGADORA.
12. PRENSA PLANA
13. CEPILLO
14. PRENSA AL VACÍO
15. SECCIONADORA
16. SIERRA DE CINTA

DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN ÁREA DE PRODUCCIÓN  
 ESCALA 1:350

**ANEXO 10**

**DISTRIBUCIÓN DE CÉLULA PILOTO**

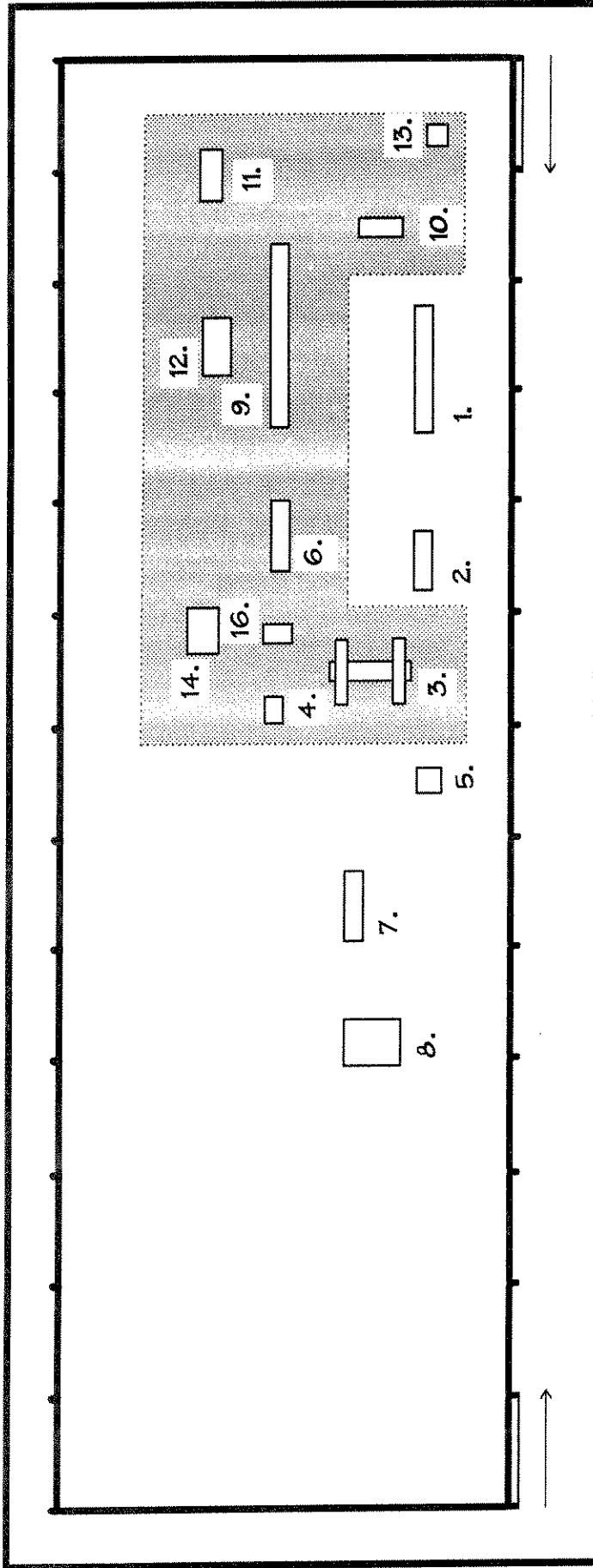


DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN ÁREA DE PRODUCCIÓN  
 CELULA DE PRODUCCIÓN DE LARGUEROS, CABEROS,  
 PEINAZOS Y MEDIOS (SOMBREADA)  
 ESCALA 1:350

MAQUINARIA

1. AMOLDURADORA WEINING.
2. DESPUNTADORA, DOBLE SIERRA CIRCULAR CON SEPARACIÓN AJUSTABLE.
3. ESCUADRADORA Y FRISADORA DOBLE AJUSTABLE GABBIANI.
4. TROMPO TS.11G.SAC.
5. BARRENO MULTIPLE EUROPA RIMINI ITALI FM25.
6. PRENZA HIDRÁULICA.
7. PRENZA HIDRÁULICA.
8. LIJADORA DE CINTA DMC.
9. AMOLDURADORA SPANAYELLO.
10. CANTEADORA.
11. ESPIGADORA.
12. PRENZA PLANA
13. CEPILLO
14. PRENZA AL VACÍO
15. SECCIONADORA
16. SIERRA DE CINTA

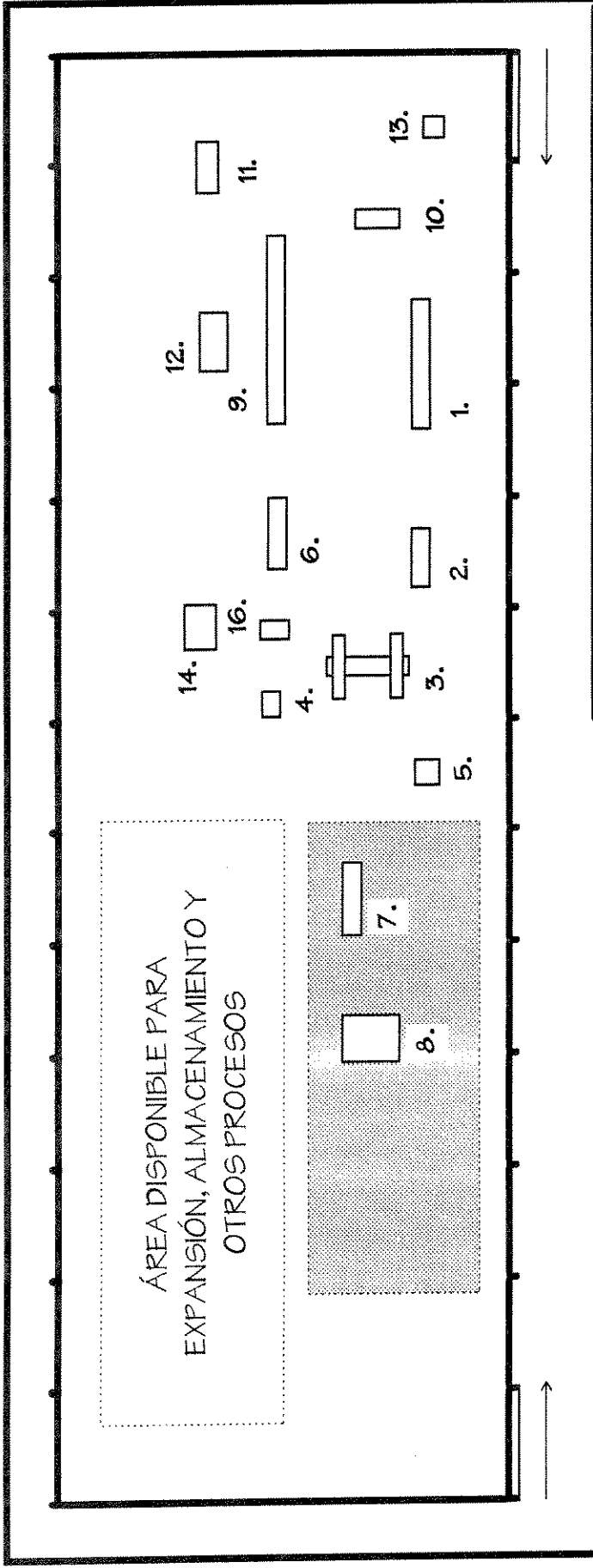




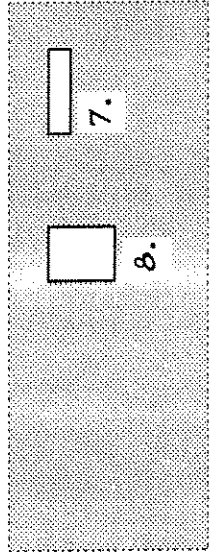
DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN ÁREA DE PRODUCCIÓN  
 CELULA DE PRODUCCIÓN DE TABLEROS Y MARCOS (SOMBREADA)  
 ESCALA 1:350

MAQUINARIA

1. AMOLDURADORA WEINING.
2. DESPUNTADORA, DOBLE SIERRA CIRCULAR CON SEPARACIÓN AJUSTABLE.
3. ESCUADRADORA Y FRISADORA DOBLE AJUSTABLE GABBIANI.
4. TROMFO TS.11G.SAC.
5. BARRENO MULTIPLE EUROPA RIMINI ITALI FM25.
6. PRENSA HIDRÁULICA.
7. PRENSA HIDRÁULICA.
8. LIJADORA DE CINTA DMC.
9. AMOLDURADORA SPANAVELLO.
10. CANTEADORA.
11. ESPIGADORA.
12. PRENSA PLANA
13. CEPILLO
14. PRENSA AL VACÍO
15. SECCIONADORA
16. SIERRA DE CINTA



ÁREA DISPONIBLE PARA  
EXPANSIÓN, ALMACENAMIENTO Y  
OTROS PROCESOS



**MAQUINARIA**

1. AMOLDURADORA WEINING.
2. DESPUNTADORA, DOBLE SIERRA CIRCULAR CON SEPARACIÓN AJUSTABLE.
3. ESCUADRADORA Y FRISADORA DOBLE AJUSTABLE GABBIANI.
4. TROMPO TS.11G.SAC.
5. BARRENO MULTIPLE EUROPA RIMINI ITALI FM25.
6. PRENSA HIDRÁULICA.
7. PRENSA HIDRÁULICA.
8. LIJADORA DE CINTA DMC.
9. AMOLDURADORA SPANAVELLO.
10. CANTEADORA.
11. ESTIGADORA.
12. PRENSA PLANA
13. CEPILLO
14. PRENSA AL VACÍO
15. SECCIONADORA
16. SIERRA DE CINTA

DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN ÁREA DE PRODUCCIÓN  
CÉLULA DE ENSAMBLE (SOMBREADA)  
ÁREA PARA EXPANSIÓN, ALMACENAMIENTO Y OTROS  
ESCALA 1:350

## ANEXO 11

### SISTEMA DE CONTROL Y TRANSPORTE KANBAN

## DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE KANBAN A UTILIZAR

Como se mencionó con anterioridad, la célula piloto será la de producción de largueros, caberos, medios y peinazos, que constituyen una familia de productos por las similitudes en sus formas geométricas y procesos. Dicha célula cuenta con cinco estaciones de trabajo.

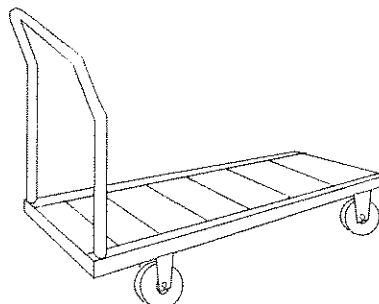
Con los datos que a continuación se detallan se obtiene lo siguiente:

	CONCEPTO	DATOS PARA PIEZA			
		LARGUERO	CABERO	MEDIO	PEINAZO
DD	Demanda Promedio diaria(uni)	50.00	25.00	25.00	25.00
CC	Capacidad del contenedor(uni)	20.00	25.00	25.00	25.00
TEO	Tiempo entre ordenes(min)	0.00	0.00	0.00	0.00
TCuni.	Tiempo de ciclo unitrio(min)	2.22	1.32	1.32	1.32
Ttras	Tiempo de transporte(min)	2.00	2.00	2.00	2.00
TC	Ciempo de ciclo de un contenedor TC=TCuni.*CC+Ttrans. Expresado en horas	0.77	0.58	0.58	0.58
TSS	Tamaño del Stock de seguridad(cont)	1.00	1.00	1.00	1.00
A	Hora estándar(Hr)	1.00	1.00	1.00	1.00
NC	Número de contenedores a llenar NC=DD/CC	2.50	1.00	1.00	1.00
CE	Cantidad de contenedores estándar que puede producir una estación en una hora estándar CE=A/(TEO+TC)	1.29	1.71	1.71	1.71
No. K	Cantidad de kanban por estación No. K=NC/CE	1.93	0.58	0.58	0.58

Como puede observarse, de los resultados obtenidos, el número adecuado de señales Kanban a utilizar se fijará en un Kanban por estación. Para satisfacer el objetivo de control del sistema productivo se diseñó el elemento que a continuación se describe.

### SEÑALES DE CONTROL KANBAN

Será necesario para optimizar, al mismo tiempo, el sistema de transporte y el control, una distribución que satisfaga los requerimientos de la familia de producción asignada (ver Anexo 10), un instrumento de control o tarjeta Kanban y un elemento de transporte entre estaciones más eficiente. Para este objetivo se seleccionó la utilización de plataformas rodantes tal como lo ilustra la siguiente figura:



Para el transporte de cantidades mayores se utilizarán tarimas y carros alzarimas de baja elevación.

Cada plataforma deberá acompañarse de una tarjeta Kanban que permita la identificación clara de la pieza a elaborar, según el tipo de puerta, como se recordará, los dos modelos básicos son cabero curvo y cabero recto en tres diferente tamaños, esta información deberá incluirse en toda tarjeta Kanban y cada estación será provista de los planos que permitan la verificación del trabajo a realizar.

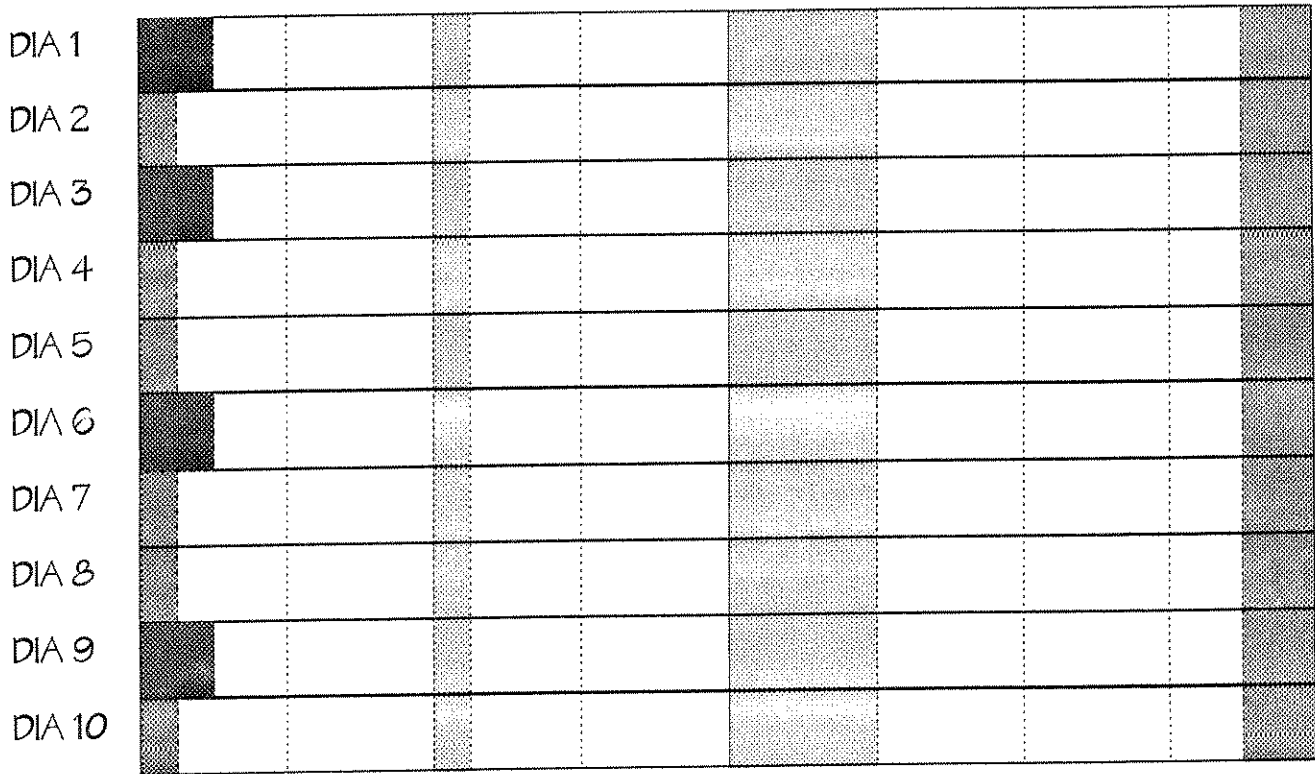
El tipo de tarjeta kanban a utilizar será de producción, es decir que la sola presentación de una plataforma con su respectiva tarjeta constituirá una señal de producir.






Como puede observarse en la realización de los cálculos se tomó como base un stock de seguridad de un contenedor de piezas, este valor constituye el mínimo stock con el que se contará en determinado momento, sin embargo, no será el valor con el que se comenzará a trabajar; se puede llegar a este valor de inventario en proceso aún iniciando con la misma política de inventarios con la que se trabaja en la actualidad y conforme se logren mejoras significativas en la reducción del tiempo de preparación de la maquinaria irse reduciendo hasta el punto óptimo de inventario.

**ANEXO 12**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TOTAL**

8 Hrs. 9 Hrs. 10 Hrs. 11 Hrs. 12 Hrs. 13 Hrs. 14 Hrs. 15 Hrs. 16 Hrs.



-  TIEMPO PARA ALMUERZO Y OTRAS CONCESIONES.
-  LIMPIEZA TOTAL DE LAS MÁQUINAS Y PLANTA, EVITARÁ DETERIORO PREMATURO.
-  LUBRICACIÓN MENOR DE LAS PARTES SOMETIDAS A DEMANDA INTENSIVA DE TRABAJO.
-  LUBRICACIÓN MAYOR, INCLUYENDO TODAS LAS PARTES DE LA MÁQUINA.
-  REVISIÓN TOTAL, INCLUYENDO PARTES MÓVILES, CONEXIONES ELÉCTRICAS, NIVELES DE DESGASTE, ETC.

**NOTAS**

- LAS PARTES QUE NECESITEN UN MANTENIMIENTO EXTERNO A LA PLANTA DEBERÁN CONTAR CON SU PROPIO CRONOGRAMA EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA DE TRABAJO A LA QUE SE VEAN SOMETIDAS.
- TODAS LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEBEN CONSIDERARSE COMO PARTE MISMA DEL PROCESO Y EN NINGÚN CASO DEBEN DEJAR DE LLEVARSE A CABO DE ACUERDO AL PLAN.
- CUALQUIER PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TOTAL DEBE REAJUSTARSE CONSTANTEMENTE CON LA FINALIDAD DE OPTIMIZAR SUS RESULTADOS SIN LLEGAR A LA PERDIDA INNECESARIA DE RECURSOS.