

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES  
DE MONTERREY

UNIVERSIDAD VIRTUAL

DIRECCIÓN ACADÉMICA  
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS



CODIGOS DE BARRAS COMO AUXILIAR EN LA EMPRESA  
SONORENSE PARA ALCANZAR ESTANDARES DE CLASE  
MUNDIAL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

NOE ALBERTO CARRILLO ATONDO

DICIEMBRE DE 1996

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES  
DE MONTERREY**

**UNIVERSIDAD VIRTUAL**

**DIRECCION ACADEMICA  
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA Y TECNOLOGIAS.**



**CODIGOS DE BARRAS COMO AUXILIAR EN LA EMPRESA  
SONORENSE PARA ALCANZAR ESTANDARES DE CLASE  
MUNDIAL**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO ACADEMICO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**NOE ALBERTO CARRILLO ATONDO**

**DICIEMBRE DE 1996**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES  
DE MONTERREY**

**UNIVERSIDAD VIRTUAL**

**DIRECCIÓN ACADÉMICA  
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS.**



**CODIGOS DE BARRAS COMO AUXILIAR EN LA EMPRESA  
SONORENSE PARA ALCANZAR ESTANDARES DE CLASE  
MUNDIAL**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**NOE ALBERTO CARRILLO ATONDO**

**DICIEMBRE DE 1996**

**CODIGOS DE BARRAS COMO AUXILIAR EN  
LA EMPRESA SONORENSE PARA ALCANZAR  
ESTANDARES DE CLASE MUNDIAL**

**POR**

**NOE ALBERTO CARRILLO ATONDO**

**TESIS**

**Presentada al Programa de Graduados en Ingeniería y  
Tecnologías de la Universidad Virtual.  
Este trabajo es Requisito Parcial  
para Obtener el Título de  
Maestro en Ciencias**

**INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES  
DE MONTERREY**

**DICIEMBRE DE 1996**

A mi esposa

**Marina**

Y a nuestros hijos

**Noeito, Marina Nohemy y Marení Yael**

Por su gran amor, cariño, apoyo y sacrificios otorgados en cada momento

A nuestros padres

**Eufemio y Dolores**

**Abel y Maclovia**

Por su gran apoyo y amor.

A mis hermanos

**María de los Angeles, José Eufemio, Loida Rebeca,  
David Arturo e Isaac Moroni.**

Por toda su confianza y apoyo  
en cualquier momento.

Y a todos aquellos a quienes les robe de su tiempo  
para la realización de este trabajo.

# **AGRADECIMIENTOS:**

El autor de la presente tesis desea expresar su más sincero y profundo agradecimiento al Ing. Alberto Villaseñor Contreras por su confianza, apoyo, enseñanza y paciencia mostrada a lo largo de la elaboración del presente documento.

Asi mismo deseo expresar mi agradecimiento a mis sinodales, Dr. Antonio J. Dieck y al Ing. José de la Ree Hoyos por su buena disposición y apoyo, asi como sus valiosos comentarios y enseñanzas.

A mis compañeros del departamento de Ingeniería, quienes siempre me apoyaron y alentaron para continuar con mi trabajo.

Al ITESM Campus Sonora Norte por la confianza depositada en mi persona como maestro y para la realización de la maestría.

A todos mis amigos y hermanos, quienes de manera directa o indirecta hicieron posible la realización de esta tesis.

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios, quien me dió fuerza y sabiduría para salir adelante en esta etapa de mi formación académica y quien a guiado siempre toda mi vida.

A todos ellos,

Muchas Gracias.

# **RESUMEN**

En términos generales, la presente investigación tiene como propósito desarrollar un modelo que permita integrar la tecnología de códigos de barras en las empresas de tal manera que sus índices en términos de calidad y productividad se vean impactados positivamente.

El estudio está basado en el análisis de las tecnologías existentes y a través de una encuesta de diagnóstico a empresas representativas conocer el grado de aplicación actual y de futuros usos de esta tecnología.

Se analizan las bases para la implementación de esta tecnología analizándose dos empresas típicas para referenciar el grado de aplicabilidad y los beneficios obtenidos así como sus implicaciones negativas.

Se propone una metodología de implementación de esta tecnología, sus posibles fuentes de utilización así como los beneficios que se pudieran obtener. A pesar de todas las metodologías y técnicas actuales todavía queda mucho por explorar por lo que se plantean posibles áreas de oportunidad en cuanto a esta tecnología se refiere y la necesidad de conocer más sobre la misma.

# INDICE

Dedicatoria.	iv
Agradecimientos.	v
Resumen.	vi
Indice.	vii
Lista de Figuras.	viii
Lista de tablas.	ix

## CAPITULO 1. INTRODUCCION.

1.1.	Introducción.	1
1.2.	Objetivo.	2
1.3.	Justificación.	2
1.4.	Alcance.	4
1.5.	Metodología.	4
1.6.	Resumen del contenido de la tesis.	5

## CAPITULO 2. LA EMPRESA DE CLASE MUNDIAL.

2.1.	Introducción.	6
2.2.	Manufactura de Clase Mundial.	7
2.3.	Estándares de empresas de Clase Mundial.	8
2.4.	Simplificación.	10
2.5.	Beneficios de WCM.	11
2.6.	Manufactura integrada por computadora (CIM).	12
	2.6.1. Elementos tecnológicos.	13
	2.6.2. Resultados de CIM.	13
2.7.	Automatización.	15
	2.7.1. Sistemas flexibles de manufactura.	18
	2.7.1.1. Componentes de un FMS.	19



2.7.2.	CNC y las bases de CIM.	19
2.7.3.	Grupos tecnológicos.	20
2.8.	Identificación automática	24
2.9.	Los almacenes como empresa de servicios.	25
2.9.1.	Centros de distribución.	26
	2.9.1.1. Las operaciones clásicas del Centro de Distribución y su relación con la automatización.	27
2.10.	Obtención y procesamiento de información.	28

## CAPITULO 3. GENERALIDADES DE CÓDIGO DE BARRAS

3.1.	Introducción.	30
3.2.	Historia de código de barras.	31
3.3.	Código de Barras.	32
	3.3.1. Beneficios del Código de Barras.	33
	3.3.2. Ahorros en la distribución.	35
3.4.	Tipos de Códigos de Barras.	35
	3.4.1. Código EAN y JAN.	38
	3.4.1.1. Código EAN-13.	38
	3.4.1.2. Código EAN-8.	42
	3.4.2. Código UPC.	44
	3.4.2.1. Código UPC A.	45
	3.4.2.2. Código UPC E.	45
	3.4.3. Código Bookland.	46
	3.4.4. Código ISSN.	46
	3.4.5. Código 39.	46
	3.4.6. Código 128.	48
3.5.	Lectura del Código de Barras.	49
	3.5.1. Dígito verificador.	49
3.6.	Impresión de Códigos de Barras.	51
3.7.	Futuro del Código de Barras.	51

## CAPITULO 4. AREAS DE OPORTUNIDAD.

4.1.	Introducción.	55
4.2.	Resultados de la encuesta.	56
4.3.	Industria manufacturera.	62
	4.3.1. Apertura al cambio	63
	4.3.2. Análisis del proceso.	63
	4.3.3. Sistema Trakker.	64

4.3.3.1.	Trakker y códigos de barras.	65
4.4.	Empresa de servicio.	67
4.4.1.	Descripción de la situación actual.	69
4.4.2.	Estadísticas de la Situación Actual.	73
4.4.3.	Análisis de necesidades.	74
4.4.4.	Puntos importantes para lograr un óptimo funcionamiento en el Centro de Distribución.	75
4.5.	La aplicación de tecnología de información.	77
4.5.1.	Modelo de aplicación.	77
4.5.2.	Oportunidades en Sonora (específicamente en Hermosillo).	79

## CAPITULO 5. METODOLOGIA PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CÓDIGOS DE BARRAS.

5.1.	Introducción.	81
5.2.	Elementos considerados en el diseño de la metodología propuesta.	81
5.3.	Metodología propuesta.	82
5.4.	Etapas de la metodología propuesta.	83
5.4.1.	Etapa 1. Planeación.	83
5.4.1.1.	Formación del equipo de trabajo.	83
5.4.1.2.	Evaluación de las operaciones y los objetivos.	84
5.4.1.3.	Identificación de aplicaciones potenciales de códigos de barras.	85
5.4.2.	Etapa 2. Diseño.	85
5.4.2.1.	Evaluación de la información actual.	86
5.4.2.2.	Evaluación de proveedores.	86
5.4.2.3.	Diseño del sistema y equipo.	86
5.4.3.	Etapa 3. Implementación.	87
5.4.3.1.	Selección de hardware y software.	87
5.4.3.2.	Instalación.	88
5.4.3.3.	Prueba final e inicio.	89
5.4.4.	Etapa 4. Actualización y Mejoramiento Continuo.	89
5.4.5.	Etapa 5. Capacitación y entrenamiento.	89
5.5.	Componentes de la implementación de Código de Barras	90

## **CAPITULO 6. RESUMEN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA INVESTIGACION FUTURA.**

<b>6.1.</b>	<b>Resumen de resultados</b>	<b>92</b>
6.1.1.	Resultados de la investigación bibliográfica.	92
6.1.2.	Aplicabilidad de la tecnología de código de barras en la empresa sonorense y sus áreas de oportunidad.	94
6.1.3.	Metodología propuesta para facilitar el camino hacia la implementación de código de barras en las empresas.	95
<b>6.2.</b>	<b>Conclusiones.</b>	<b>95</b>
<b>6.3.</b>	<b>Recomendaciones para investigación futura.</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO 1.</b>	<b>ESTUDIO EN UNIBASE TECH HERMOSILLO SONORA.</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO 2.</b>	<b>ENCUESTA APLICADA A EMPRESAS</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO 3.</b>	<b>CODIGOS DE PAISES.</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO 4.</b>	<b>LISTA PARCIAL DE CODIGOS DE BARRA EXISTENTES.</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO 5.</b>	<b>CODIGO EAN-13.</b>	<b>110</b>
<b>ANEXO 6.</b>	<b>CENTROS DE TRABAJO, OPERACIONES, RUTEOS, CLASIFICACION DE PARTES Y LISTADO DE PARTES.</b>	<b>113</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		<b>124</b>
<b>VITA</b>		<b>129</b>

## **Lista de Figuras.**

<b>Figura 2.1.</b>	<b>Areas de CIM y CAD/CAM</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2.2.</b>	<b>Estructura organizacional de CIM.</b>	<b>14</b>
<b>Figura 2.3</b>	<b>Organización celular.</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2.4.</b>	<b>Forma tradicional de distribución.</b>	<b>29</b>
<b>Figura 2.5.</b>	<b>Nuevo modelo de distribución</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3.1.</b>	<b>Ciclo de distribución.</b>	<b>36</b>
<b>Figura 3.2.</b>	<b>Cadena de distribución.</b>	<b>36</b>
<b>Figura 3.3.</b>	<b>Codificación de los caracteres A,B y C del Código EAN-13.</b>	<b>41</b>
<b>Figura 3.4.</b>	<b>Estructura del Código EAN-13.</b>	<b>42</b>
<b>Figura 3.5.</b>	<b>Versión utilizada en México para el código EAN-8</b>	<b>44</b>
<b>Figura 3.6.</b>	<b>Barreras para la adopción tecnológica del Código de Barras.</b>	<b>53</b>
<b>Figura 4.1.</b>	<b>Porcentaje de encuestas contestadas.</b>	<b>57</b>
<b>Figura 4.2.</b>	<b>Porcentaje de utilización de código de barras.</b>	<b>58</b>
<b>Figura 4.3.</b>	<b>Desarrollo e implementación de la tecnología de código de barras.</b>	<b>58</b>
<b>Figura 4.4.</b>	<b>Utilización en diferentes giros.</b>	<b>59</b>
<b>Figura 4.5.</b>	<b>Penetración de scanning en autoservicios.</b>	<b>60</b>
<b>Figura 4.6.</b>	<b>Tamaño de empresa por número de empleados.</b>	<b>61</b>
<b>Figura 4.7.</b>	<b>Pirámide de la manufactura</b>	<b>65</b>
<b>Figura 4.8.</b>	<b>Distribución del almacén.</b>	<b>68</b>
<b>Figura 4.9.</b>	<b>Ruta del pedido.</b>	<b>71</b>
<b>Figura 4.10.</b>	<b>Ruta del pedido en almacén.</b>	<b>72</b>
<b>Figura 4.11.</b>	<b>Distribución del tiempo en las áreas de empaque,surtido, inspección e inspección final.</b>	<b>75</b>
<b>Figura 4.12.</b>	<b>Diagrama de flujo de control de inventario por medio de software</b>	<b>76</b>
<b>Figura 4.13.</b>	<b>Capacidades de códigos de barras.</b>	<b>78</b>
<b>Figura 5.1.</b>	<b>Etapas para la implementación de código de barras.</b>	<b>82</b>
<b>Figura 5.2.</b>	<b>Los principales componentes para la implementación de código de barras.</b>	<b>90</b>

## **Lista de Tablas.**

<b>Tabla 2.1.</b>	<b>Variables prioritarias para mantener el nivel de competitividad en las empresas internacionales.</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 2.2.</b>	<b>Reducciones al aplicar JIT,TQC y CIM.</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 2.3.</b>	<b>Automatización dura contra automatización programable.</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 3.1.</b>	<b>Pequeña reseña histórica de Códigos de Barra.</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 3.2.</b>	<b>Simbologías de Códigos de Barra.</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 3.3.</b>	<b>Factores de magnificación y dimensiones del Código EAN-13.</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 3.4.</b>	<b>Juego de caracteres para el número 7501234512343.</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 3.5.</b>	<b>Forma de cálculo del dígito verificador según el algoritmo de cálculo EAN/UPC.</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 3.6.</b>	<b>Codificación para los próximos 5-10 años.</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 4.1.</b>	<b>Variables más comentadas.</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 4.2.</b>	<b>Localidades del almacén.</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 4.3.</b>	<b>Estadísticas de la situación actual. Datos de julio 1996.</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 5.1.</b>	<b>Miembros del equipo y sus responsabilidades.</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 5.2.</b>	<b>Plan maestro de calendarización de tiempos y costos.</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 5.3.</b>	<b>Principales componentes de hardware con sus beneficios y aplicaciones asociados.</b>	<b>88</b>

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCION.**

### **1.1. Introducción.**

El ambiente ingenieril debe estar enfocado a la resolución de problemas que afecten al genero humano. Una de las situaciones que es difícil de imaginar es cómo una persona impedida visualmente prepara su comida y cómo es que al empezar a preparar una comida no saber si es una lata de sopa de tomate o una lata de frijoles la que se está abriendo.

Gracias a la idea de una niña de diez años y a su padre (Adams[1995]) se ha logrado un cambio radical diario en la gente con visión limitada, un cambio que por supuesto, hace su vida más fácil. Este gran logro se obtuvo con la combinación de tecnología de salida de voz con un un scanner de códigos de barras.

El proyecto empezó en 1993 cuando a Cristina Baer se le pidió en su escuela que desarrollara algo creativo para ayudar a gente con incapacidades físicas. Cristina se dió cuenta de que en las tiendas cuando se pasa la mercancía por un scanner automáticamente se muestra el nombre de la mercancía comprada en la pantalla de la caja registradora. Ella imaginó lo que pasaría si se utilizara la misma tecnología pero con la posibilidad de que se dijera el tipo de producto en lugar de solo mostrarse en una pantalla, de tal manera que permitiera que una persona con problemas visuales escuchara la descripción de la lata u otros productos en su hogar.

Fue así como ella y su padre, Tom Bear, con la ayuda de algunos organismos, desarrollaron el proyecto al que llamaron "HandiScan", el cual permite que una persona incapacitada de la vista ya no esté abriendo lata tras lata, verificando lo que tiene adentro, sino que tan solo con pasar el producto por un scanner pueda escuchar la información que necesita, incluyendo instrucciones de cocinado e información nutricional del producto.

Robert Thompson, quien es una persona ciega, utilizó como prueba esta tecnología durante seis meses y reconoce que el "HandiScan" ha impactado significativamente su vida. El comenta: "La comida enlatada es la más difícil de identificar. Tienes que abrir lata tras lata hasta que encuentras la correcta o tienes que esperar hasta que una persona con vista esté cerca para preguntarle. Después de años de frustración y buscando siempre quien te ayudara, el "HandiScan" me da mayor independencia y hace mi vida mucho más fácil" (Adams[1995]).

Con esto en mente, se empieza a investigar la forma en que esta tecnología es utilizada actualmente así como en posibles utilidades de la misma (llamada comúnmente baja tecnología) en otros aspectos de la vida humana que no solo fuera el que hasta hoy se ha utilizado con más frecuencia y conocido por todos, el uso en los supermercados y almacenes.

## **1.2. Objetivo.**

El objetivo de esta investigación es analizar la forma en que la tecnología de códigos de barras es utilizada actualmente así como encontrar áreas de oportunidad para la utilización de la misma que no han sido exploradas, proponiendo a la vez los medios para su implementación.

## **1.3. Justificación.**

Los administradores de hoy tienen que responder más y mejor dentro de un mercado cada vez más competitivo. Para mejorar la productividad se tiene que hacer uso de una técnica fundamental: tomar decisiones. Además se debe hacer uso de una herramienta fundamental: información. Con información oportuna y de alta calidad un gerente puede medir, y de esta manera mejorar sus procedimientos, materiales y toda la operación de la empresa.

Desafortunadamente, información oportuna y de alta calidad siempre ha sido un recurso escaso. Esta escasez se ha notado más en los últimos años debido a que la computadora ha hecho posible que se procese información mucho más rápido de lo que ésta se puede obtener.

La brecha entre el procesamiento de la información y su obtención ha crecido sobremanera, y hasta hoy, es muy cierta la frase: "basura entra, basura sale", por lo que es fundamental contar con adecuados sistemas de obtención de datos. Esta necesidad de acortar esta brecha en la información ha estimulado el desarrollado de una simple pero muy poderosa tecnología llamada *Código de Barras*.

De todos los métodos hasta hoy conocidos (Sistemas de radio frecuencia, Cintas magnéticas, Reconocimiento de caracteres ópticos, Máquinas de visión, etc.) la tecnología de código de barras se ha convertido en el método más popular de identificación automática en ventas al detalle y en la recolección de datos en las fábricas.

El código de barras consiste de una secuencia de barras oscuras, gruesas y delgadas, separadas por espacios, gruesos y delgados. El patrón de barras y espacios es codificado para representar un carácter alfanumérico. Los lectores de códigos de barras interpretan el código scaneando y decodificando la secuencia de barras. El lector consiste de un scanner y de un decodificador. El scanner emite un rayo de luz que es pasado rápidamente sobre el código de barras (manual o automáticamente) y percibe reflejos de luz para distinguir entre barras y espacios. Los reflejos de luz son percibidos por un fotodetector que convierte los espacios en una señal eléctrica y las barras en una ausencia de señal eléctrica. El ancho de las barras y espacios es indicado por la duración de la señal correspondiente.

En cuanto a la utilización de códigos de barras y a pesar de ser el más popular se puede notar que hoy en día es muy poca su utilización en nuestro entorno. Los factores pueden ser muchos y muy variados, los cuales también son tema de esta tesis, pero todos parecen converger hacia los siguientes puntos: se cree que su utilización es cara; solo se usa en supermercados y para controlar inventarios; y solo los "grandes" pueden hacer uso de ella.

La Hipótesis de esta Tesis se centra en que : No importa en que negocio se esté, códigos de barras es casi seguro que va a estar en el futuro.



Como justificante para la tesis se encuentra la necesidad de difundir y aplicar la tecnología de código de barras de tal manera que se logren todos los beneficios que dicha tecnología trae consigo, así como visualizar la relación de esta tecnología dentro del área de Ingeniería Industrial.

Al igual que en el ejemplo antes mencionado, se pretende encontrar algunas áreas aun no visualizadas para la utilización de esta tecnología y que podrían traer un gran beneficio a cualquiera que haga uso de ella. Se busca encontrar sino todas, algunas de las posibles aplicaciones dentro del contexto definido en el siguiente apartado así como detectar los problemas para su aplicación, obtener los beneficios y definir los elementos necesarios para su implantación.

Se analiza la posibilidad de implementación de este sistema en empresas de la localidad, mencionándose los beneficios y los problemas a los que se enfrentarían al aplicar esta tecnología.

#### **1.4. Alcance.**

El desarrollo de esta tesis se limita a un estudio de la utilización de la tecnología de código de barras en el Estado de Sonora, tomando como fuente principal la ciudad de Hermosillo. Se analizan los resultados obtenidos a través de una encuesta (Anexo 2), se plantea la situación actual y las oportunidades, así como el caso de dos empresas de la localidad.

#### **1.5. Metodología.**

Los pasos para llevar este trabajo de tesis son los siguientes:

- Investigación bibliográfica de la tecnología de códigos de barras.
- Investigación de campo en la empresa e industria sonorenses. En este paso se realizan evaluaciones, encuestas y entrevistas a las empresas con el fin de conocer su grado de aplicabilidad, los beneficios recibidos y potenciales así como los obstáculos a los que se tienen que enfrentar.
- Selección de una empresa para realizar un estudio que justifique la aplicación de código de barras.

- Diseño de una metodología para facilitar la implementación de código de barras en las empresas.
- Elaboración de un resumen de los resultados obtenidos en los pasos anteriores, así como conclusiones y recomendaciones en base a estos resultados para futuras investigaciones.

## **1.6 Resumen del contenido de la tesis.**

Los capítulos que contiene la tesis son los siguientes:

Capítulo 1. Introducción. Proporciona un panorama general sobre los puntos importantes a tratar, su importancia, de dónde se parte, hacia dónde se pretende llegar y de qué manera se obtendrán los resultados.

Capítulo 2. La empresa de Clase Mundial. Hace referencia a las condiciones que una industria o empresa de servicio debe cumplir y considerar para alcanzar la categoría de clase mundial. Se hace referencia a diferentes filosofías y metodologías que se han desarrollado y aplicado en diferentes empresas de todo el mundo y que les ha proporcionado grandes ventajas competitivas.

Capítulo 3. Generalidades de código de barras. En este capítulo se hace referencia a las diferentes simbologías existentes, el rol que códigos de barras puede jugar en la empresa, su importancia, sus interrelaciones así como la descripción de algunas de ellas.

Capítulo 4. Areas de oportunidad. En este capítulo se dan a conocer los resultados obtenidos en cuanto a la utilización de códigos de barras en la empresa hermosillense. Se mencionan los casos de dos empresas de la localidad son las cuales se estuvo trabajando en el análisis para implementar códigos de barras así como todas las mejoras en el proceso para la implementación del mismo.

Capítulo 5. Metodología propuesta para implementar un sistema de códigos de barras. Hace referencia a una serie de pasos que contribuyen a la mejor implementación de esta tecnología en las empresas.

Capítulo 6. Conclusiones. Como parte final de este documento, se describen las conclusiones y recomendaciones con respecto a la investigación y que podrían utilizarse para investigaciones futuras.

# CAPITULO 2

## LA EMPRESA DE CLASE MUNDIAL.

### 2.1. Introducción.

En la actualidad, los cambios y negociaciones que surgen en el mundo hacen que el entorno en un país como el nuestro se vea afectado considerablemente. Conforme la competencia global se incrementa, es necesario que las plantas manufactureras y empresas de servicios en México elaboren una estrategia corporativa orientada a la implementación de técnicas avanzadas, las cuales les ayuden a lograr un aumento en la productividad y en la calidad, de tal manera que los mantenga en un nuevo medio ambiente, más exigente y característico de un país desarrollado, con mejores salarios, tiempos más cortos de innovación, consumidores más complejos y competencia global.

Con esta globalización, por lo menos en los ramos comercial e industrial, se han ido adoptando al vocabulario nuevos conceptos como competitividad internacional, manufactura de clase mundial o administración de la tecnología. Entre estos nuevos términos, el más popular en el lenguaje de los negocios es el de *Clase Mundial* (Steudel[1992]). La mayoría de las empresas quieren estar catalogadas como "Clase Mundial" y este interés de ser Clase Mundial es debido a un solo factor: Incrementar su competitividad internacional.

A continuación se incluye el significado de ser de Clase Mundial y esto con el fin de visualizar la importancia que tiene una sencilla herramienta, como lo es Códigos de Barras, así como su impacto en todo el sistema de la empresa. Por lo que las ideas se presentan de lo general a lo específico, hasta llegar finalmente al tema que compete al desarrollo de este trabajo.

## **2.2. Manufactura de Clase Mundial.**

La década de los 80's ha sido la era del renacimiento de la manufactura, la cual surge por la necesidad de muchas compañías de crecer y colocarse en una posición competitiva dentro de un mercado que se hace cada vez más internacional. El interés de ser "Clase Mundial" como se menciona es muy sencillo: incrementar la competitividad en un entorno internacional y de esta manera obtener mayores ganancias. Ser una empresa de Clase Mundial significa que la compañía puede competir exitosamente y obtener ganancias en un ambiente de competencia internacional no solo en el presente, sino también en el futuro. México no está fuera de este entorno y sobre todo ahora, ante la apertura comercial, la empresa mexicana se ve en la necesidad de competir y ser de Clase Mundial.

Para poder obtener ganancias, una compañía debe vender sus productos a un precio sobre su costo así como ofrecer un producto al mercado que ofrezca un valor mayor que el producto de la competencia. Este valor es típicamente percibido por los clientes como una combinación de precio, calidad, disponibilidad del producto y servicio, así como la capacidad y desempeño del mismo. En esencia, ser Clase Mundial significa ser capaz de llevar productos al mercado que ofrezcan un valor mayor que el de la competencia y sin tener pérdidas. Ser Clase Mundial no sólo es "jugar con los muchachos grandes", sino que significa estar en la cima, ser tan bueno o mejor que la fuerte competencia mundial en al menos varias áreas estratégicas (Steudel[1992]).

Hasta hace unos pocos años no se conocían los factores que se podrían mejorar dentro de la manufactura puesto que no existía un acuerdo en cuanto a lo que significaba excelencia en manufactura, y esto se debía principalmente a que el negocio se pensaba en términos de ventas o finanzas. En la actualidad existe un gran acuerdo en cuanto al significado de WCM (Manufactura de Clase Mundial por sus siglas en Inglés) aceptándose que el mejoramiento continuo en calidad, costo, tiempo de entrega y servicio al cliente deben ser posibles y necesarios en la empresa.

Manufactura de Clase Mundial es equivalente a un mejoramiento rápido y continuo(Schonberger[1986]). Es un proceso continuo de integración de áreas especiales con objetivos estratégicos para adquirir ventaja competitiva en el mercado mundial mediante adecuada planeación, diseño, fabricación y distribución de bienes o servicios que satisfacen al cliente en calidad, cantidad, costo y tiempo de respuesta. Por lo que el lema general para la manufactura de Clase Mundial se puede resumir como el mejoramiento rápido y continuo de :

- calidad,
- flexibilidad,
- servicio al cliente y
- tiempo de respuesta.

Como se menciona anteriormente, antes de los 80's era muy poco lo que se escribía o conocía con respecto a "Clase Mundial", pero en la actualidad es mucho lo que se ha dicho y/o escrito al respecto. Algunos autores como Hayes, Schonberger y Ross, identifican atributos que son característicos de los manufactureros de Clase Mundial:

- Son los más competidores.
- Crecen rápido y tienen mejores ganancias que su competencia.
- Emplean y retienen a la gente mejor preparada.
- Desarrollan un grupo ingenieril excelente.
- Son capaces de responder rápido y de manera decisiva a las condiciones cambiantes del mercado.
- Adoptan un método ingenieril para el producto y el proceso que maximiza el desempeño de ámbos.
- Continuamente mejoran las instalaciones, los sistemas de soporte y los mecanismos considerados como "óptimos".

Estas técnicas avanzadas de manufactura han surgido como soporte de un nuevo sistema el cual tiene como característica el ser cada vez más productivo y al mismo tiempo, menos costoso.

### **2.3. Estándares de atributos de empresas de Clase Mundial.**

Los principales estándares de atributos de empresas de Clase Mundial en referencia a los valores promedio en organizaciones típicas norteamericanas aparecen en la tabla 2.1.

La preocupación de toda empresa manufacturera, una vez que ha alcanzado el nivel de Empresa de Clase Mundial de acuerdo a las condiciones que se analizan en la tabla 2.1., es poder mantenerse en ese nivel y para lograrlo, existen una serie de factores que deberá de cumplir. Estos factores que lo harán conservar esos atributos y sus estándares se enuncian a continuación:

Atributo	Estándar Clase Mundial	Promedio
Tiempo de preparación (set-up time)	< 30 min	2-4 horas
Costos de calidad	3-5%	15-25%
Relación de espacio productivo vs total de espacio	>50%	25-35%
Tiempo de residencia del material	3 días	3 meses
Flexibilidad	270 part/maq.hta	25 p/maq.hta.
Distancia recorrida	300 pies	>1 milla
Tiempo productivo (up time)	95%	65-75%

Tabla 2.1. Variables prioritarias para mantener el nivel de competitividad en las empresas internacionales (Jasso[1993]).

1. Ampliación del rango de tareas de los trabajadores.
2. Incremento de la responsabilidad de la planeación en los trabajadores.
3. Rotación del jefe de piso.
4. Motivación del trabajador.
5. Reorganización de la manufactura.
6. Realización de círculos de calidad.
7. Entrenamiento a los supervisores.
8. Mejoramiento en el mantenimiento.
9. Implementación de la filosofía "cero defectos".
10. Sistema de control de inventarios.
11. Reducción en el tiempo de entrega.
12. Manufactura auxiliada por computadora (CAM).
13. Diseño auxiliado por computadora (CAD).
14. Reducción del tiempo de preparación de máquinas.
15. Implementación de la Ingeniería Concurrente.
16. Reducción de la fuerza laboral.
17. Aplicación de tecnología de Grupos.
18. Expansión de capacidad.

19. Desarrollo de nuevos procesos para viejos procesos y viejos productos.
20. Integración de los sistemas de información.
21. Reacondicionamiento de la planta física.
22. Implementación de robots.
23. Sistemas Flexibles de manufactura.
24. Control Estadístico del Proceso (SPC).
25. Control Estadístico del Producto.

La condición ideal consiste en cumplir con todos, pero no por la falta de algunos de ellos se deja de pertenecer a la clasificación, aunque sí se considera un nivel diferente en relación a la competitividad mundial. Algunos de los factores anteriores no solo son variables a considerar, sino que son parte medular de técnicas o filosofías que definitivamente, no es posible dejarlas de lado.

## **2.4. Simplificación.**

Para lograr ser de Clase Mundial se deben eliminar algunos obstáculos de tal manera que la producción pueda ser simplificada (Heim[1992]).

A continuación se muestra una lista de acciones a considerar para lograr la simplificación en los procesos:

- Pocos proveedores.
- Reducir la cantidad de partes.
- Calendarizar a una tasa en lugar de por lotes.
- Pocas estructuras.
- Entregas más frecuentes.
- Plantas más pequeñas.
- Distancias más pequeñas.
- Menos reportes.
- Pocos inspectores.
- Menos almacén de colchón.
- Pocas clasificaciones de trabajo.

En realidad lo que se requiere es “desyerbar el jardín”. Lo más simple siempre es lo más sencillo y fácil de realizar.

## 2.5. Beneficios de ser Clase Mundial.

Uno de los mayores impedimentos considerados para la implementación de Clase Mundial es la falta de conocimiento, puesto que muchos no conocen los beneficios que se tienen al implementar las herramientas nuevas de manufactura. Se muestran a continuación algunas reducciones en la implementación efectiva de herramientas de manufactura de Clase Mundial como CIM, JIT y TQC :

	Porcentaje de reducción
Costos de manufactura	20-40%
Tiempo de proceso	50-75%
Inventarios	30-60%
Costos de calidad	arriba de 50%
Espacio de piso	30-60%
Total trabajadores	20-50%
Costos de compras	5-10%
Tiempo de proceso de nuevos productos	20-50%
Costos de diseño	10-20%
Cambios ingenieriles	10-20%

Tabla 2.2. Reducciones al aplicar JIT,TQC y CIM.(Gunn[1987]).

Conociendo estos beneficios es difícil entender como algunas empresas se resisten a implementar estas tecnologías. Es pues imperativo que una vez conociendo las técnicas y sus beneficios las empresas se orienten hacia esa dirección, hacia la meta de ser Clase Mundial y por supuesto debe trabajar muy fuerte al respecto puesto que WCM significa simplificación y acción directa: Hazlo, juzga, mide, diagnostica, arregla, dirige. No esperes a encontrar ésto en un reporte después.(Schonberger[1986]).



## 2.6. Manufactura Integrada por Computadora (CIM).

Muchas personas dedicadas a la producción y a la manufactura soñaron con el día en que la fábrica y la planeación del producto, control, diseño y operación estuvieran totalmente integrados y casi totalmente computarizado (Schultheis[1992]). Se ha trabajado mucho y se han unido esfuerzos para vincular proyectos que integren el hardware y el software para manufactura en sistemas que proporcionen una manufactura integrada por computadora.

El término Manufactura Integrada por Computadora (CIM) ha surgido para denotar el uso sabio de las computadoras en el diseño de productos, en la planeación de la producción, en el control de las operaciones y para realizar los negocios relacionados con las funciones de la empresa.

Otro término que usualmente se utiliza como sinónimo de CIM es el de Diseño Asistido por Computadora/Manufactura Asistida por Computadora (CAD/CAM). Como se puede ver en la figura 2.1 CIM incluye todas las funciones ingenieriles de CAD/CAM pero además incluye las funciones del negocio de la empresa.

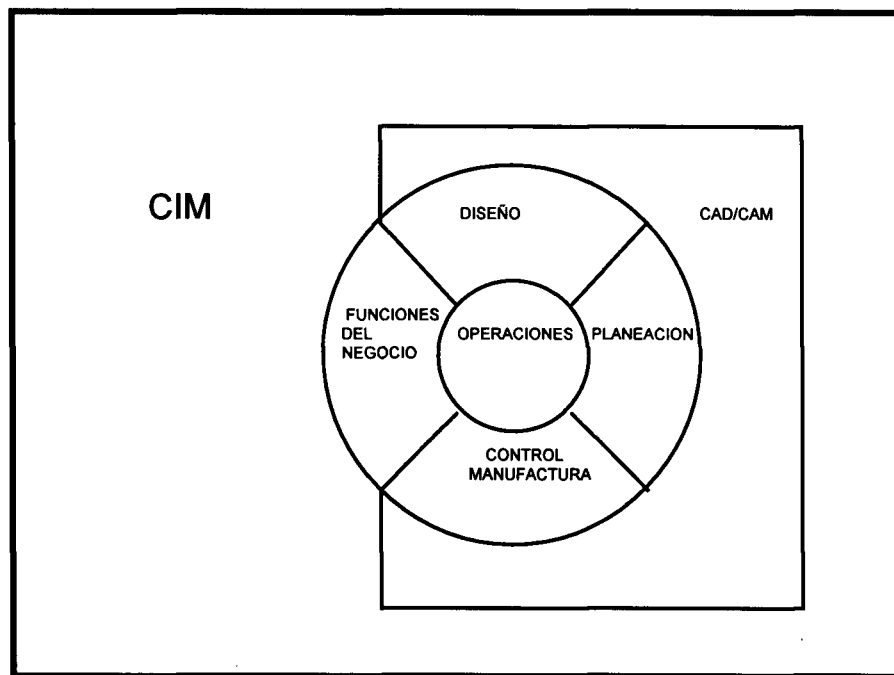


Figura 2.1. Areas de CIM y CAD/CAM (Groover[1987]).

El concepto de Manufactura Integrada por Computadora es que todas las operaciones relacionadas de la firma con la función de producción son incorporadas en un sistema computacional integrado para asistir, mejorar y/o automatizar las operaciones. En este sistema integrado, las salidas de una actividad sirven como entradas para la siguiente actividad, y esto se presenta durante toda la cadena de eventos del negocio, es decir desde el trabajo de ventas hasta que el producto es embarcado (Groover[1987]).

En la figura 2.2. se muestra la estructura computacional de un CIM, en donde las operaciones de la fábrica se integran a través de las operaciones de diseño, negocios y la planeación y el control de la manufactura.

En la implementación de un CIM típicamente se incluyen sistemas y sensores para controlar el proceso, terminales en piso, lectoras de códigos de barras, estaciones para CAD, robots, máquinas herramientas, equipo automatizado, computadoras, módulos con software y algunas bases de datos. Es decir que la implementación total de CIM trae como resultado la automatización del flujo de información a través de cada aspecto de la organización de la compañía.

### **2.6.1. Elementos Tecnológicos.**

El CIM es desarrollado en base a tres aspectos fundamentales: el físico, el funcional y el organizacional. Estos tres aspectos dan origen a los tres elementos tecnológicos de un CIM, es decir, los equipos, la información y la gente.

En cuanto al aspecto físico, se cuenta con equipos tales como máquinas de control numérico (NCM), celdas flexibles de manufactura, AS/RS (Automated storage/retrieval system), robots, sistemas de inspección visual así como sistemas para medir el control de calidad. El aspecto funcional se refiere a la información, la cual debe ser útil y estar presente en la toma de decisiones de las áreas operativas de producción, finanzas y mercadotecnia. El tercer aspecto, el organizacional, se refiere a la gente, la cual debe estar bien capacitada para interactuar tanto con los equipos como con los sistemas de información.

### **2.6.2. Resultados de CIM.**

Como resultado de la implementación de CIM se puede obtener lo siguiente:

- Mayores ganancias.

- Aumento de mercado.
- Alta calidad de producción.
- Alta productividad.
- Aumento del valor agregado por metro cuadrado.
- Reducción significativa del tiempo de servicio.
- Reducción de los atrasos en los tiempos de entrega.
- Aumento en la habilidad para responder a los cambios de producción.
- Reducción significativa de inventarios.
- Inventario en proceso pequeño (Niebel [1989]).

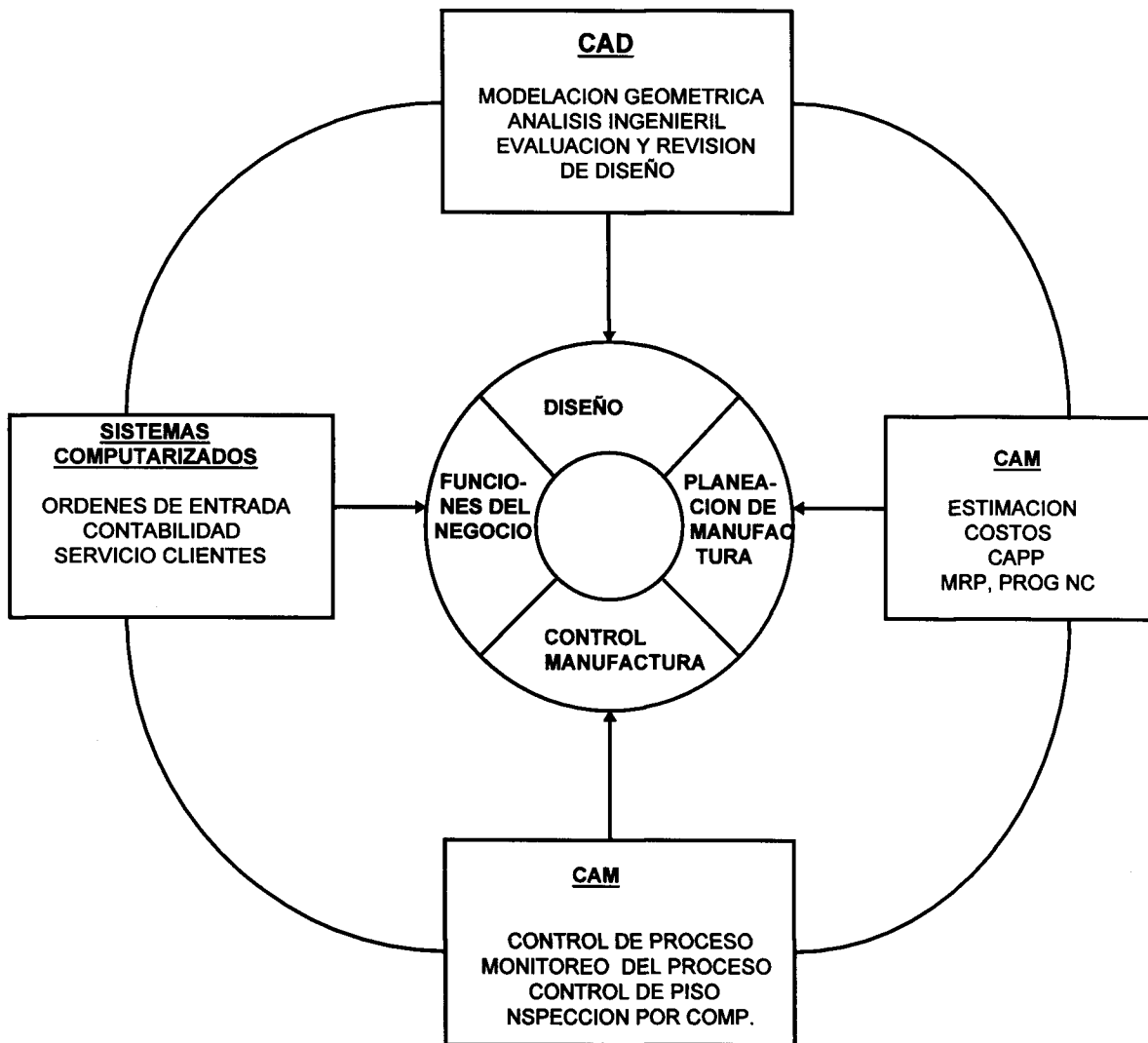


Figura 2.2. Estructura organizacional de CIM.(Groover[1987]).

Las ventajas que ofrece la adopción de los estándares de la manufactura integrada por computadora son:

- Educan.- Fijan ideales sucesivos y metas de calidad, para ser seguidos por las empresas manufactureras y usuarios en general.
- Simplifican.- Reducen en número y tamaño la variedad de riesgos, inventarios y trámites administrativos.
- Conservan.- Al permitir la producción en escala, promueven mejoras en herramental, diseño y precisión, minimizando el número de piezas defectuosas.
- Sirven como marcas de buena calidad y de alto valor para el vendedor y para el comprador.

La meta de CIM es hacer efectivos y eficientes el uso de todos los recursos de la empresa, incluyendo los administrativos, para entregar el producto correcto, con la calidad correcta, a el precio correcto y en el tiempo correcto.

CIM ha sido el concepto más popular para caracterizar los avances tecnológicos que las firmas deben implementar para sobrevivir, el cual para ser exitoso debe estar estructurado alrededor de :

- Planeación.
- Finanzas.
- Selección del proyecto.
- Administración del proyecto y
- Estándares.

## **2.7. Automatización.**

La ingeniería industrial está relacionada con el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados de gente, materiales y máquinas, con conocimientos y habilidades en matemáticas, física y ciencias sociales al igual que con principios y métodos de análisis y diseño ingenieril, de tal manera que

se pueda especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtengan de dichos sistemas (Barnes[1995]).

Esta definición de Barnes describe correctamente a la ingeniería industrial y las funciones que el ingeniero realiza; el cual, tradicionalmente, ha dirigido los proyectos a alguna de las siguientes áreas:

- Procesos y materiales de manufactura.
- Investigación de operaciones y análisis de sistemas.
- Ingeniería de métodos y medición del trabajo.
- Factores humanos y ergonomía.
- Control de inventarios y producción.
- Manejo y distribución de planta.
- Automatización de la oficina y de la planta.

El punto cardinal de todos estos proyectos es la productividad, la cual se puede definir como la tasa de salidas con respecto a las entradas, los resultados obtenidos con respecto a los recursos invertidos. Lo que busca un Ingeniero Industrial es desarrollar metodologías para aumentar la productividad, buscando reducir los costos de las entradas/recursos así como encontrar métodos que incrementen el volumen y la calidad de las salidas. Estas salidas generalmente son medidas en unidades de artículos producidos (Chase/Aquilano[1995]).

Para aumentar la productividad en la industria y además pertenecer a categoría de Clase Mundial, se requiere equipos y automatización capaces de reducir la variabilidad (Schonberger[1994]).

Se dice que un sistema de manufactura es automatizado si tiene cierto grado de auto-realización, auto-regulación y auto-dependencia. Entre menos dependa de los operadores humanos es mayor el grado de automatización. La automatización permite al sistema de manufactura eficientizar el producto cada vez más y con un grado de calidad consistente. Esto conduce a un costo unitario menor y a una productividad alta.

Existen dos tipos fundamentales de automatización: automatización dura y programable. La automatización dura (hard automation) o automatización fija es donde equipo especialmente diseñado es usado para automatizar el proceso de manufactura de un producto específico de alto volumen. Cuando un producto alcanza la fase del ciclo del producto en donde el diseño es estable, y cuando la demanda del producto es alta y se espera que siga alta por un período considerable de tiempo, es económicamente justificable utilizar este tipo de sistemas. En este tipo de sistema se utilizan equipos de propósito específico.

La automatización programable o automatización flexible es donde equipo de propósito general es usado para la consecución de los objetivos del sistema. Tanto la secuencia del proceso como el tipo de operaciones puede ser cambiada fácilmente por medio de software. Este tipo de automatización es muy eficiente para la producción de pequeños lotes de diferentes productos.

En la tabla 2.3 se muestra una comparación entre la automatización programable y la automatización dura. Aquí se puede ver muy claro las ventajas de la automatización programable (la cual permite flexibilidad tanto en el producto como en el volumen) versus la automatización fija (en donde la flexibilidad se convierte en un punto crítico).

<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>AUT. DURA</u>	<u>AUT PROGRAMABLE</u>
Tipo de equipo	Propósito especial	Propósito general
Forma de alterar las máquinas y el proceso	Hardware	Software
Flexibilidad		
Tiempo de preparación de maquinaria y equipo	Largo	Corto
Tiempo para responder los cambios del mercado	Muy largo	Muy corto
Facilidad de realizar cambios en el diseño	Muy baja	Muy alto
Rango de productos	Muy estrecho	Muy amplio
Tasa de producción	Muy alta	Moderadamente alta
Inventario en proceso	Alto	Bajo
Facilidad de coordinar la automatización entre el diseño del producto, proceso y los sistemas de control	No existe	Muy alta
Inversión	Muy alta	Muy alta

Tabla 2.3. Automatización dura contra automatización programable (Levary[1994]).

Las fábricas que implementan automatización programable están en mejor posición de responder rápido y efectivamente a los cambios que surgen en el ambiente manufacturero lo que le da una ventaja competitiva sobre los demás, aunque no se puede pasar sin mencionar que existe una ventaja de la automatización dura sobre la programable en lotes grandes de producción, en donde el costo unitario es cada vez menor a medida que se aumenta el tamaño del lote. A pesar de esto, la automatización programable tiende a ser más atractiva puesto que la flexibilidad permite cambiar las características de producción a través de software, convirtiéndose ésto en otra ventaja. Por esta razón la tendencia en el futuro es implementar automatización programable en lugar de automatización dura (Levary[1994]).

La automatización es una solución muy eficiente para alcanzar la meta de altas salidas y con una calidad alta. Algunas de las técnicas más ampliamente usadas para reducir costos y mejorar las salidas están dentro de las áreas de CAD, CAM y CIM. Es importante hacer notar que la automatización vale la pena si mejora el desempeño o el costo del recurso humano, pero no es válido comparar una persona con una máquina (Schonberger[1994]).

Estos sistemas automatizados por computadora usando robots, máquinas CNC, sistemas automatizados de manejo de materiales y sistemas de visión computarizados se han integrado para formar sistemas flexibles de manufactura (FMS), los cuales pueden manufacturar automáticamente productos con tan solo programar una computadora.

### **2.7.1. Sistemas Flexibles de Manufactura.**

Como se menciona anteriormente, sistemas automatizados por computadora usando robots, máquinas CNC, sistemas automatizados de manejo de materiales y sistemas de visión computarizados se han integrado para formar sistemas flexibles de manufactura (Flexible manufacturing system o FMS), los cuales pueden manufacturar automáticamente productos con tan solo programar una computadora. Por lo que un FMS puede ser dicho como una unidad de producción capaz de producir un rango de productos discretos con un mínimo de intervención manual (McDermott/Kamisetty[1991]).

Más directamente, un Sistema Flexible de Manufactura es definido como una configuración controlada por computadora de estaciones de trabajo semi-independientes y un sistema de manejo de materiales diseñado para eficientizar la manufactura más que una clase de partes a volúmenes bajos y medianos.

Estos sistemas de manufactura son altamente versátiles y pueden realizar una gran variedad de tareas con la mínima intervención humana, lográndose de esta manera producir una gama amplia de productos en orden aleatorio. Dentro de un sistema flexible de manufactura, su principal función es la automatización del flujo de material y el proceso de información (Papke[1992]). Finalmente se puede decir que un sistema flexible de manufactura consiste de un grupo de estaciones procesadoras, principalmente máquinas CNC, interconectadas por medio de un sistema automatizado de manejo de materiales y almacén y controlados por una computadora, en donde para que realmente demuestre su flexibilidad, todos sus subsistemas deben de ser también flexibles.

### **2.7.1.1. Componentes de un Sistema Flexible de Manufactura.**

Existen tres componentes básicos en un Sistema Flexible de Manufactura:

- 1.- Estaciones procesadoras.
- 2.- Manejo de materiales y almacén.
- 3.- Sistema de control por computadora.

Algunos de los beneficios de un FMS y algunas de las ventajas sobre otros métodos de producción son:

- 1.- Alta utilización de la maquinaria.
- 2.- Reducción de productos en proceso.
- 3.- Bajos tiempos de entrega.
- 4.- Mayor flexibilidad en la calendarización de la producción.
- 5.- Alta productividad de las personas.

### **2.7.2. CNC y las bases de CIM.**

La tecnología de Control Numérico por Computadora (CNC) incorpora software de control para las máquinas herramientas. Esta tecnología inicialmente se desarrolló para máquinas herramientas pero ahora puede ser aplicada a sistemas más complejos de manufactura. La razón por la cual se diseñan éstos sistemas es para incrementar los niveles de automatización así como la eficiencia y la eficacia del sistema.



### **2.7.3. Grupos Tecnológicos.**

Grupos tecnológicos (GT) es un concepto de agrupación de partes de familias de partes de acuerdo a características similares. Al agrupar las partes de acuerdo a similitudes en geometría, diseño, manufactura, materiales y/o requerimientos de herramientas la eficiencia y la productividad de la manufactura se incrementan. Esta eficiencia se logra puesto que al realizar actividades similares en el mismo centro de trabajo el tiempo de preparación se puede disminuir, evitando la duplicidad de esfuerzo en el diseño y fabricación de partes, así como la duplicidad de carga y descarga de herramientas.

Cuando se crean familias de partes es posible organizar el sistema de manufactura de manera celular. Una manufactura celular está compuesta de varias celdas de manufactura en donde ésta, es un arreglo de varias máquinas herramientas y todas las herramientas y equipo necesario para la fabricación de una o varias familias de partes. La figura 2.3 describe el punto anterior.

La celda más simple está formada por una sola máquina herramienta y con manejo de material manual mientras que la celda de manufactura más sofisticada está formada por varias máquinas herramientas CNC con uno o más robot para el manejo de materiales. Se pueden encontrar muchos niveles entre esos dos extremos.

En una celda de manufactura sofisticada las máquinas CNC trabajan en conjunto con uno o más robots, en donde estos últimos cargan o descargan cada máquina herramienta y cambian las herramientas de acuerdo al diseño del proceso de manufactura. El proceso completo es controlado por la computadora de la celda y ésta interactúa con la computadora del robot así como con la computadora de cada una de las máquinas CNC.

Cuando se tiene una celda de manufactura sofisticada, ésta se puede adaptar en un periodo de tiempo muy corto y por medio de software para que produzca diferentes partes dentro de una familia de partes. El setup de la celda para producir una nueva parte es realizado insertando el software apropiado dentro de la computadora de la celda y este software ayuda a controlar el proceso de manufactura del nuevo producto. Al cargarse este software en la computadora central crea cambios en el software que controla los robots y las máquinas CNC necesitados en la manufactura del nuevo producto.

Independientemente del grado de sofisticación de la celda, la utilización de este tipo de sistema es muy ventajoso puesto que ayuda a reducir el tiempo de

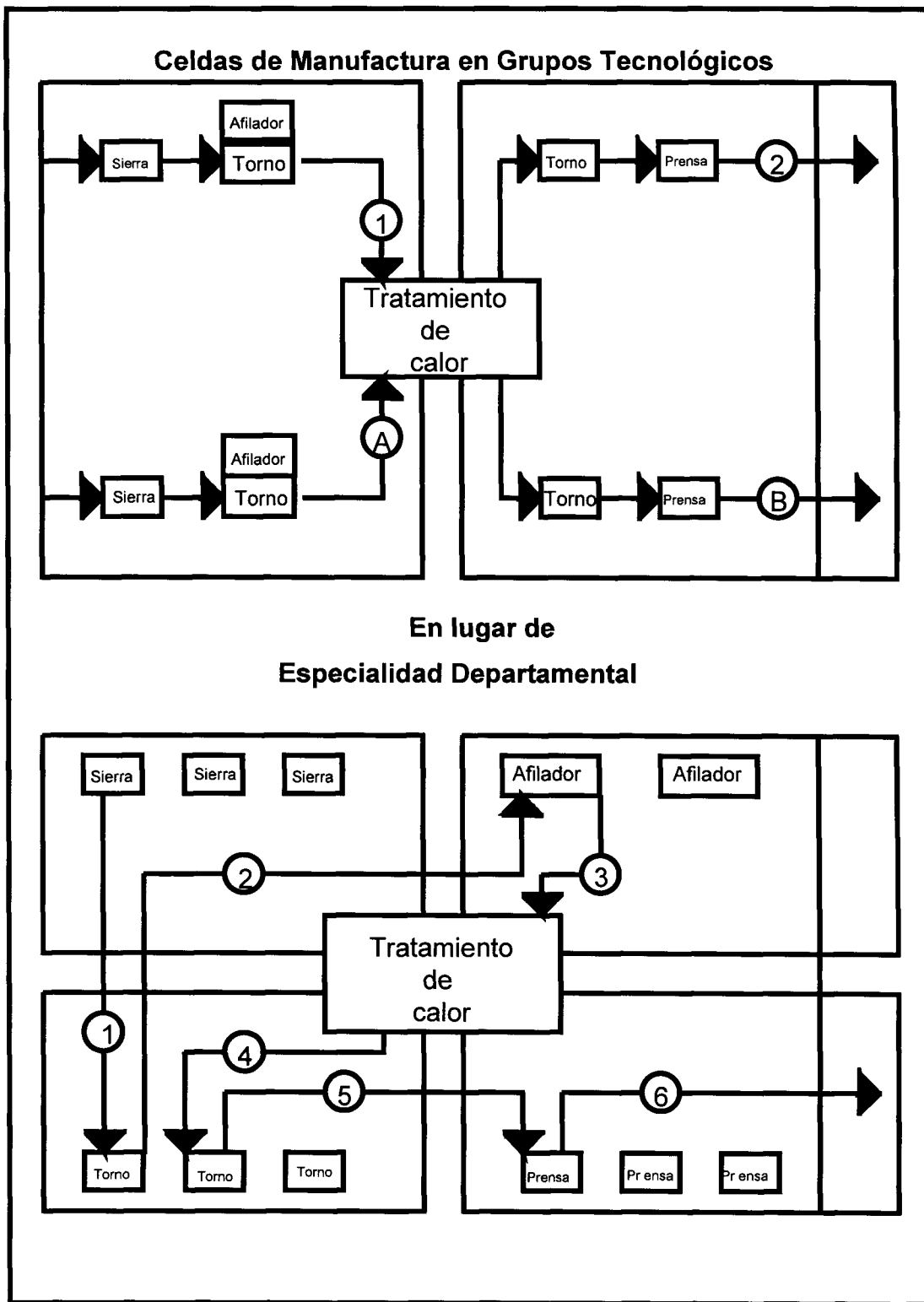


Figura 2.3. Organización celular.

setup, el número y variedad de herramientas y equipos así como el inventario en proceso.

El tiempo de setup es reducido puesto que todas las partes producidas en una celda tienen características de manufactura similares. El número y variedad de herramientas y equipos es reducido puesto que todas las partes son similares, se tiene acceso rápido a las herramientas y fixtures puesto que éstas son guardadas dentro de la celda. La reducción en el número y variedad de herramientas y fixtures así como su accesibilidad contribuyen a la reducción del tiempo de setup, y finalmente, el inventario en proceso es reducido puesto que el tiempo de respuesta a la demanda del cliente se acorta (Zald[1994]).

Además, las celdas de manufactura ofrecen ventajas puesto que el flujo de material puede ser manejado más eficientemente y como varios pasos pueden ser realizados por cada celda, las piezas viajan con mayor libertad. Otro punto es que la calidad de las partes es mejorada puesto que cada celda se especializa en la manufactura de unas pocas de partes similares además de que la satisfacción en el trabajo se mejora puesto que la celda es manejada por un grupo pequeño de trabajadores que trabajan en equipo. Juntos convierten la materia prima en un producto terminado. Este mejoramiento en la satisfacción del empleado lo motiva a incrementar la productividad y a mantener altos estándares de calidad.

La complejidad de un sistema se incrementa cuando las operaciones de varias celdas de manufactura son coordinadas por una computadora. Para realizar esta coordinación se requiere de una computadora central así como un sistema automático de manejo de material para mover las partes entre las celdas. Estos sistemas de manejo de materiales también están basados en la tecnología que usan las CNC. Al lograrse este nivel de automatización se obtiene lo que se llama Sistema Flexible de Manufactura.

Como resultado de este alto nivel de complejidad es posible lograr una Manufactura integrada por Computadora (CIM). La Manufactura Integrada por Computadora se convierte en una extensión de los Sistemas Flexibles de manufactura, en donde todos los aspectos relacionados a el diseño, la operación y el control del proceso de manufactura son coordinados por una computadora.

Dentro de la Manufactura Integrada por computadora también se incluye ensambles y pruebas automáticos. Todos los flujos de materiales, partes y productos semiterminados o terminados son coordinados por una computadora central por lo que la operación completa de CIM es altamente flexible y controlada por software.

## **2.8. Identificación Automática.**

El campo de la identificación automática comúnmente se asocia con la industria del manejo de materiales debido a que muchas de las aplicaciones de esta tecnología están relacionadas a ello.

Identificación automática es un término que refiere a varias tecnologías usadas en adquisición automática de datos de productos para accederlos a un sistema computacional. Estas tecnologías son métodos basados en sensores que proveen el medio para leer datos que son codificados en un documento, producto, componente, contenedor, etc., sin la necesidad de la interpretación humana de los datos. De hecho, el sistema computacional interpreta y procesa los datos para darles aplicaciones útiles.

Las aplicaciones de sistemas de identificación automática son numerosas, entre las que se incluyen ventas al detalle, almacenamiento, embarque y recibo, control de piso, empaque y clasificación del producto. Algunas de estas aplicaciones son semiautomáticas puesto que usualmente requieren trabajadores para operar el equipo de identificación durante el procedimiento de recolección de datos, mientras que otras aplicaciones no necesitan la intervención humana para realizar su procedimiento. Para ambos casos, el mismo tipo de tecnología de sensor puede ser utilizado. Ejemplo de lo anterior son las lectoras de códigos de barras en donde algunas son operadas por personas mientras otros tipos son operadas automáticamente.

Existen buenas razones para usar técnicas de identificación automática. La primera y mayor de todas es que la precisión en la recolección de datos se mejora en márgenes significativos. La tasa de error en la tecnología de códigos de barra es aproximadamente 10,000 veces menor que cuando se teclean manualmente los datos. La tasa de 1/3,000,000 es usada como una tasa de error para comparar con los métodos de introducción de datos a mano y con teclado (Soltis[1985]). La tasa de error de la mayoría de las otras tecnologías no es tan buena como la de códigos de barra, pero todavía es mucho mejor que los métodos manuales. Una segunda razón para utilizar técnicas de identificación automática es que se reduce el tiempo requerido por la mano de obra para introducir los datos. Según Soltis, la velocidad de una persona que escribe documentos a mano es de aproximadamente 5 a 7 caracteres por segundo y si se utiliza un teclado se logran de 10 a 15 caracteres por segundo en el mejor de los casos. En un estudio realizado por el autor de este trabajo en una empresa de la localidad dedicada a la captura de datos se obtuvo que la velocidad de promedio de un capturista estándar es de 9203.71 golpes o caracteres por hora, equivalente a 2.56 caracteres por segundo. (Ver Anexo 1). En comparación con los resultados que menciona Soltis, la velocidad de las personas analizadas por

el autor de esta tesis es menor en un 75% pero es preciso aclarar que en este tiempo se incluye la lectura de datos así como su captura.

Los métodos de identificación automática son capaces de leer cientos de caracteres por segundo. Tal vez esta comparación no lo sea todo dentro de una transacción de recolectar datos, pero el tiempo ahorrado al usar técnicas de identificación puede significar un enorme beneficio en el costo de mano de obra para plantas grandes y con muchos trabajadores.

Las tecnologías disponibles para usar sistemas de identificación automática incluyen, entre otras menos comunes a :

1.- Visión Electrónica. Las lecturas son realizadas por cámaras de video y/o conjunto de células fotoeléctricas o mecánicas. conectadas a computadoras programadas para distinguir formas, imágenes, y productos, para control de calidad, posicionamiento, inspecciones y sistemas de seguridad. Los robots industriales en general utilizan este sistema de identificación, el cual ha sido muy difundido en la industria automotriz y en la electrónica.

2.- Sistemas de radio frecuencia/infrarojo. Estos son sistemas de transmisión e identificación simultánea, en donde la información de identidad se codifica y decodifica de diversas formas para que una vez siendo reconocida permita el acceso, ya sea activo o pasivo, a la memoria de la computadora. Este tipo de sistema es muy utilizado en ambientes peligrosos, productos químicos peligrosos, altas temperaturas, manejo de materiales, control de procesos e identificación industrial. Entre algunas aplicaciones comunes se encuentran los controles remotos de televisión, video , juguetes, puertas de garages y en algunos modelos de automóviles.

3.- Cintas magnéticas. Las señales de información electromagnéticas son grabadas sobre segmentos de cinta, generalmente colocadas al dorso de una tarjeta, por ejemplo: tarjetas de identificación, de crédito, etc.

4.- Reconocimiento magnético de caracteres. Los caracteres guardan en su propia forma, estructura o relieve, la información y son leídos y reconocidos mecánica o magnéticamente; por lo general estos caracteres son numéricos, lo que permite que también el hombre pueda leer la información.

5.- Reconocimiento Optico de Caracteres (OCR). Se trata de caracteres impresos cuya forma es la información que se desea procesar; son leídos automáticamente por un haz de luz y decodificados por algoritmos matemáticos a una forma digital, analógica o ASCII. La lectura es por contacto o a distancia. El haz puede ser fijo o móvil y visible o no. La fuente de luz puede ser

policromática (incandescente) o coherente: láser, de estado sólido(diodos fotoemisores:LED) o gaseoso (helio-neón).

6.- Máquinas de visión. Pueden ser definidas como la adquisición de datos en imagen, seguido del procesamiento e interpretación de esos datos por una computadora para darle alguna aplicación útil. Esta tecnología a crecido mucho en los últimos años siendo su principal aplicación en la inspección industrial. La operación de un sistema de visión se puede dividir en las siguientes tres funciones:

- Adquisición de imagen y digitalización
- Procesamiento de la imagen y análisis.
- Interpretación.

7.- Códigos de barra. De entre estas tecnologías, la tecnología de Código de barras se ha convertido en el método más popular de identificación automática en ventas al detalle y en la recolección de datos en las fábricas Se deja para los siguientes capítulos la explicación ampliada de esta tecnología y tema del trabajo.

## **2.9. Los almacenes como empresa de servicios.**

Hasta el momento se ha hablado de manufactura y no se ha mencionado el rol que juegan los almacenes en el contexto de esta tesis. En este apartado se menciona la necesidad que existe en los negocios que no son manufactureros y en donde su principal función es la de almacén y distribución, de buscar atender ciertas características que lo ayudarán a alcanzar y mantener un nivel de clase mundial dentro de su área de desempeño.

Hace unos años atrás mucho se habló de la desaparición de los almacenes, especialmente con la evolución de conceptos como Justo A Tiempo (JAT), respuesta rápida, respuesta eficiente de los clientes, entrega directa a la tienda y distribución con flujo continuo. Debido a esos programas ha exitido gente mal informada que se imagina un mundo sin bodegas para almacén, operaciones de empaque, vendedores, distribuidores y centros de distribución. Aparentemente, con la ayuda del Internet será posible transmitir bienes y servicios sin costo, los cuales tendrán alta flexibilidad, bajo costo y siempre a tiempo en las manos del cliente.

Volviendo un poco a la realidad, se puede estar seguro que los almacenes seguirán jugando un rol importante en la cadena logística de

proveedores. Los almacenes seguirán realizando funciones dinámicas, conduciendo a la fuerza de mercado hacia el mejoramiento continuo. Para poder mantener esta idea, existen algunas tendencias claves hacia donde la industria debe enfocar sus esfuerzos en camino hacia el siglo XXI (Olson[1996]).

Estas tendencias incluyen:

1. Atención al cliente.
2. Consolidación de operaciones.
3. Flujo continuo de materiales e información.
4. Énfasis en servicios con valor agregado.
5. La aplicación de tecnología de información.
6. Reducción de espacio y
7. Reducción de tiempo.

Aun cuando todas ellas son importantes, para efectos de este trabajo se tomará en cuenta la tendencia número 5: la aplicación de tecnología de información.

Obviamente, los gerentes de almacenes se ven bastante animados hacia los cambios que demandará el próximo siglo, lo que les ofrecerá un número considerable de oportunidades. Si las compañías pueden capitalizar estos cambios y tendencias, la perspectiva para mejorar las oportunidades logísticas lucen excelentes, especialmente para esas compañías que buscan pertenecer al estatus de Clase Mundial.

### **2.9.1. Centros de distribución.**

Cada vez es mayor la tendencia a utilizar Centros de Distribución para el abastecimiento de productos a comercios detallistas. El centro de distribución difiere considerablemente del concepto de almacén. Un centro de distribución es el lugar físico en el que una o varias empresas que reciben mercancías de distintos proveedores, las concentran, clasifican, almacenan temporalmente y finalmente envían en forma consolidada a los puntos de venta asignados (Benavides[1994]). Un centro de distribución no es un ente aislado; es el lugar diseñado para el acopio, almacenamiento y distribución de productos y que interactúa con elementos externos: los fabricantes, las firmas comerciales y los organismos reguladores.

Aún cuando los elementos de los que dependen las funciones de un centro de distribución (tipos de mercancías, el volumen de flujo, la

infraestructura de manejo de materiales y su clasificación) no deben ser una limitante, sí son factores muy importantes a considerar en el momento de diseñar sus operaciones.

### **2.9.1.1. Las operaciones clásicas del Centro de Distribución y su relación con la automatización.**

Los centros de distribución tienen cinco operaciones básicas: el recibo de mercancías, la ubicación y acomodo de mercancías, el surtido de pedidos, el envío de pedidos y la seguridad y consistencia en los procedimientos de embarque.

La recepción de mercancías es una operación determinante, ya que si la información recibida no es precisa, es probable que se acumulen errores a lo largo de todo el proceso. La ubicación y acomodo de mercancías, es también una función básica que si se realiza eficientemente permite la utilización óptima del espacio. Es muy frecuente encontrar separaciones muy grandes entre productos lo cual redundará en desperdicios que se traducen en pérdidas económicas.

En la operación de surtido de pedidos es donde existe la mayor proporción de errores. Esta operación representa aproximadamente el 70% del costo de la mano de obra (Benavides[1994]). Con la implementación de un sistema EDI (Electronic Data Interchange), se disminuyen errores debido al manejo de información en documentos y durante las subsiguientes capturas. La transferencia electrónica de información desde la orden de compra, el pedido, su confirmación, el surtido y hasta la entrega al cliente, lo convierte en un elemento insuperable para mejorar la eficiencia. El envío de pedidos debe visualizarse como un punto de control que garantice la calidad de los servicios.

La seguridad y consistencia en los procesos de embarque, trabajando en conjunto con la tecnología EDI, permite ubicar al producto adecuadamente y es posible enviar al cliente un listado de recepción e incluso el orden en que lo va a recibir.

Con la utilización de código de barras y EDI se agiliza el proceso completo del centro de distribución. Actualmente y sobre todo con la tremenda competencia internacional que existe, no es posible concebir a un centro de distribución (o negocio) con técnicas y procedimientos arcaicos, en el que para conocer las existencias se tengan que abrir todas las cajas.



El manejo adecuado de código de barras simplifica la distribución de productos a detallistas, ya que con la información que se posee, se puede lograr que un camión acuda a una tienda determinada con la variedad de producto requerida, de acuerdo a la programación del centro de distribución, en lugar de que cada productor movilice y mantenga una extensa flotilla de transporte para abastecer todas las tiendas. En las figuras 2.4. y 2.5. se muestra hacia donde debe ser la tendencia que ayude a mejorar la distribución de los productos desde las fábricas hasta las tiendas detallistas.

## **2.10. Obtención y Procesamiento de Información.**

Como se menciona anteriormente, actualmente se tiene que responder más y mejor dentro de un mercado cada vez más competitivo, por lo que se tienen que tomar más y mejores decisiones y para lo cual es necesario contar con información oportuna y de alta calidad. La utilización de la computadora ha ayudado mucho en esta toma de decisiones, pero alimentar a la computadora no es un trabajo sencillo por lo que en años recientes se ha estado trabajando en el desarrollo de esta simple pero poderosa tecnología llamada Códigos de Barra. Código de barras no solo es un medio más eficiente de capturar datos repetitivos por medio de teclado, más rápido y conveniente sino que también es más confiable. En el siguiente capítulo se analiza detenidamente esta tecnología.

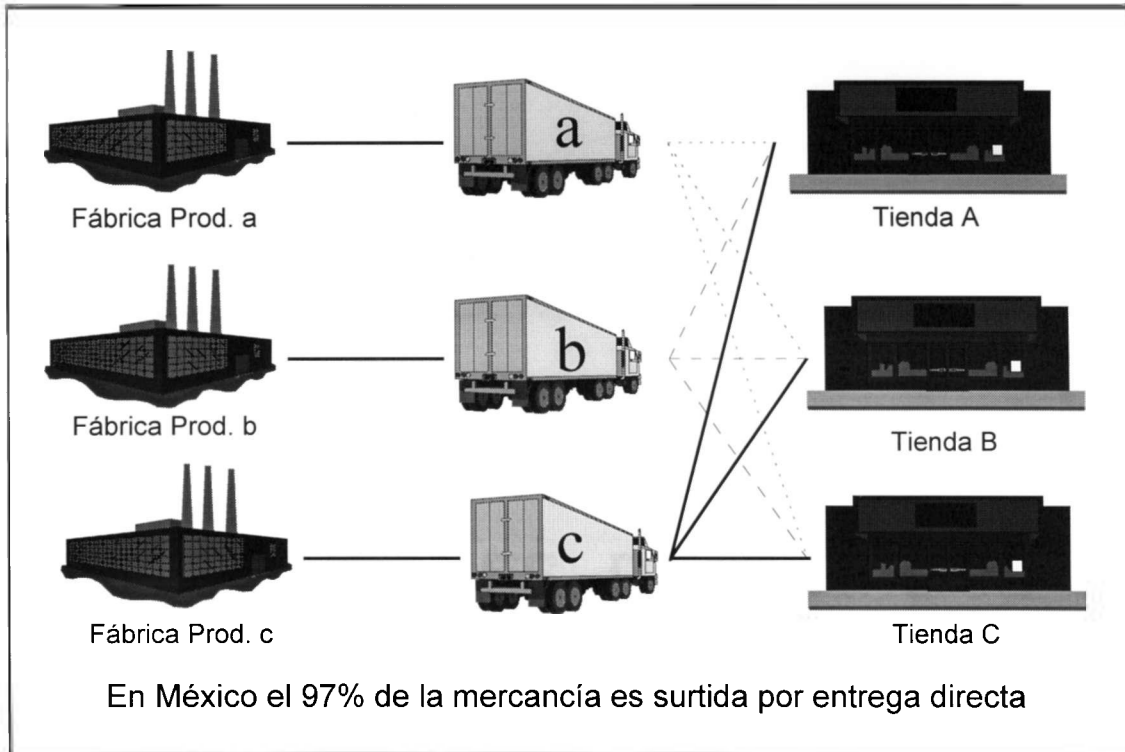


Figura 2.4. Forma tradicional de distribución.

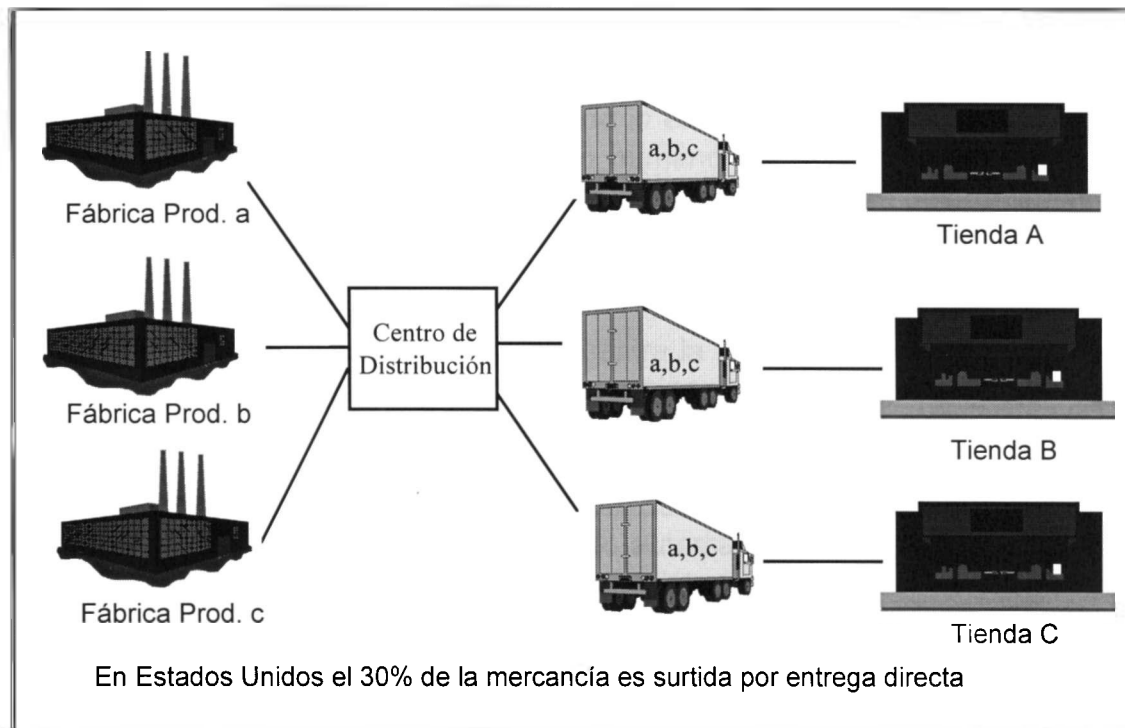


Figura 2.5. Nuevo modelo de distribución.

# **CAPITULO 3**

## **GENERALIDADES DE CODIGOS DE BARRAS.**

### **3.1. Introducción.**

Durante la segunda mitad del siglo XX se ha alcanzado un desarrollo tecnológico de características nunca antes vistas. Dentro de este sorprendente desarrollo el principal componente ha sido la electrónica, y ha sido tan increíble, que cada vez asombran más al género humano las aplicaciones que de él se derivan y de las cuales ahora disfrutamos. Se espera que este desarrollo continúe y que cada vez existan más y nuevas tecnologías, las cuales ahora son inimaginables o difíciles de concebir.

Dentro de este desarrollo se encuentra la invención de la computadora, la cual es capaz de almacenar y procesar voluminosas cantidades de información en el idioma binario, y entre las formas más modernas y difundidas de simbolizar diversos tipos de información directamente en sistema binario se encuentra precisamente la tecnología de código de barras. Este código que fue creado especialmente para ser leído y procesado automáticamente por la computadora, aumenta enormemente las posibilidades de interacción con el ser humano y el aprovechamiento creciente de la tecnología (Erdei[1991]).

Los códigos de barras ya existen: están implementados, probados y se usan en muchas instalaciones alrededor del mundo, cada una con sus sucursales y miles de cajas registradoras o puntos de proceso. Es posible además, encontrar

varios tipos de códigos así como una amplia gama de computadoras de diversos precios y recursos, así como software y tecnología para cientos de aplicaciones distintas. Por lo tanto, el próximo paso es llevar a la práctica, mediante el aprendizaje y desarrollo de sus ventajosas aplicaciones, esta potente herramienta técnica.

### **3.2. Historia de Código de Barras.**

Código de barras es una tecnología de identificación automática implementada originalmente por el sistema de ferrocarriles de los Estados Unidos a finales de los años 60. A mediados de los 70, el primer uso exitoso de código de barras se presentó cuando el Universal Product Code (UPC) fue adoptado para uso comercial en la industria de abarrotes(Collins[1994]). Entre las ventajas se encontraban rapidez, exactitud y confiabilidad en la forma en que se introducía la información en la computadora. Este éxito llevó al desarrollo de el European Article Numbering System (EAN), que es una simbología similar a UPC, y que se usa bastante en la mayoría de los países.

La cantidad y clase de información que puede ser codificada en un código de barras se incrementó con el desarrollo de nuevas simbologías. Esto permitió que se continuara con nuevas aplicaciones de códigos de barras de tal manera que su uso cruzó las fronteras hacia nuevas industrias, cerrándose así el ciclo con la creación de nuevas simbologías para satisfacer las necesidades de la industria.

Por ejemplo, Codabar fue adoptado para usarse en colecciones de sangre (Faxon[1995]). El código 39 se convirtió en la simbología usada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y por la industria automotriz. Librerías, publicistas, vendedores de libros y distribuidores usan tecnología de código de barras para realizar las funciones de circulación, control de inventario y puntos de venta. Muchos sistemas de circulación de revistas han adoptado el Codabar como su estándar. Publicistas adoptaron el UPC para proveer información al proveedor y a los puntos de venta, y se ha utilizado el Bookland/EAN para codificar información del ISBN en libros(Whiting[1995]).

El futuro de la tecnología de Códigos de Barra se está moviendo hacia simbologías más compactas y de alta densidad. La presión es hacia desarrollar simbologías que puedan ser capaces de guardar la información, aun cuando ésta se incremente, en espacios pequeños o irregulares. Se está moviendo hacia simbologías bidimensionales o apiladas(Morris[1995]).

### 3.3. Código de Barras.

La mayoría de las personas han estado en una tienda en donde se utilice este sistema, por lo que fácilmente se puede deducir lo que es el código de barras. Se pueden localizar esas pequeñas líneas negras y blancas en los empaques de los productos puesto que el código de barras consiste de una secuencia de barras coloreadas, gruesas y delgadas, separadas por espacios gruesos y delgados. Realmente códigos de barras y negocios en la actualidad, van juntos al igual que Bill Gates y computadoras. Este patrón de barras y espacios es codificado para representar un caracter alfanumérico que cuando se scanea, los símbolos del código de barras se convierten en el grupo de caracteres de texto original. La mayoría de los códigos de barras consisten de arreglos de rectángulos aunque algunas de las nuevas simbologías utilizan otras figuras.

Los códigos de barras son parte de la identificación automática industrial y algunas veces se le llama como "datos de entrada sin teclear" (keyless data entry) debido a que son usadas para codificar y decodificar información automáticamente. Los códigos de barras pueden ser scaneados en condiciones ideales sin error o con un margen de error muy pequeño. En algunas situaciones pueden aun ser scaneados automáticamente sin intervención humana. Es por lo tanto, una forma de escritura muy rápida.

<p><b>1949.</b> El primer documento en donde se hablaba del concepto de Códigos de Barra aparece en una patente por Norm Wooland para un código de barras circular.</p> <p><b>1960's.</b> El Código de Barras es utilizado para identificar vagones de ferrocarril.</p> <p><b>Principios 1970's.</b> Se realizan desarrollos para aplicaciones de códigos de Barras a la industria moderna.</p> <p><b>1972.</b> Se realiza la patente Codabar.</p> <p><b>1973.</b> Se adopta del simbolo UPC.</p> <p><b>1974.</b> David Allais y Ray Stevens inventan el Código 39 de la Corporación INTERMEC.</p> <p><b>1977.</b> Se adopta el símbolo EAN. La comisión Americana de la Sangre selecciona Codabar.</p> <p><b>1881/82.</b> Se introducen los códigos 93 y 128.</p> <p><b>1982.</b> El Departamento de Defensa de los Estados Unidos selecciona el código 39.</p> <p><b>1984.</b> El código 39 es seleccionado como el estandar de la "Health Industry Bar Code".</p> <p><b>1987.</b> El código 49 de alta densidad es inventado y puesto al dominio público.</p> <p><b>1996.</b> Existe una amplia gama de simbologías y aplicaciones en todo el mundo.</p>
---

Tabla 3.1. Pequeña reseña histórica de Códigos de Barra(Collin[1994]).

Algunos otros puntos relevantes con respecto a esta tecnología se listan a continuación:

Código de barras es una forma rápida y eficiente de conservar registros de casi todas las cosas, desde bienes manufacturados hasta reportes de impuestos.

Esta baja tecnología es muy adaptable y se puede utilizar en la oficina, en la fábrica o en el almacén.

La aplicación más amplia que tiene en la actualidad se encuentra en las cajas registradoras de supermercados o puntos de revisión y probablemente la segunda aplicación se encuentre en el manejo de inventarios.

Muchos negocios de software han agregado dispositivos para impresión de códigos dentro de sus paquetes.

Como esta tecnología realmente se encuentra “en pañales” las aplicaciones solo se verán limitadas por la imaginación de los usuarios(Cohen[1994]).

### **3.3.1. Beneficios del Código de Barras.**

En opinión de Gurney y Discenza, una de las claves para ser competitivo en los 90's y en el próximo siglo será el de diseñar e implementar exitosamente tecnología de identificación automática, especialmente código de barras (Gurney/Discenza[1992]). Labrenz opina que en el campo de la manufactura, tal vez ningún desarrollo técnico ha mostrado mayor potencial para mejorar la eficiencia y la efectividad, que la identificación automática utilizando códigos de barras (Labrenz[1990]).

Entrevistas con individuos y organizaciones que han instalado tecnología de Códigos de Barras (localmente y en el extranjero) han reportado los siguientes beneficios:

- El personal de piso está capacitado para registrar y actualizar información con mayor facilidad y eficiencia.

- La velocidad de la colección de los datos permite al departamento de contabilidad preparar reportes a tiempo y confiables.
- El trabajo en red de este sistema provee tiempos reales de manejo de desperdicios, reprocesos, procesos con cuellos de botella, inventario en proceso y productos terminados.
- La tasa de error es extremadamente baja debido al autochequeo de la simbología.
- El sistema tiene la capacidad de actualizar la base de datos de manufactura con información de calendarización en el mantenimiento de máquinas, recalibración de equipo y operaciones problemáticas dentro del proceso de manufactura.

Los beneficios que se generan al utilizar código de barras se extienden más allá del piso de la fábrica puesto que se incluye mejoramiento en el servicio al cliente, calendarización de la producción y numerosas aplicaciones en la función de distribución.

En industrias de servicio, organizaciones que utilizan tecnología de código de barras incluye hospitales, servicios de mensajería, control de boletos para parques de diversión y el ruteo y acomodo de equipaje. De hecho, casi todo lo que necesite ser contado, empacado o manejado puede ser codificado con código de barras.

AMECOP (Asociación Mexicana de Código de Producto) menciona los siguientes beneficios de la utilización de Código de Barras:

" En los negocios:

Incremento de la velocidad y precisión en el proceso de la información.

Información siempre al día.

Mejor control sobre todo lo vendido y en almacén.

Facilidad en el proceso de reorden de productos.

Entrega más rápida de mercancía.

Menor inversión en inventarios.

Reducción de errores a lo largo de la cadena de distribución.

Reducción en costos de administración.

Incremento en la habilidad de predecir que productos se necesitarán, dónde y cuándo.

Rápida respuesta a la demanda del consumidor.

Mejores sistemas de negociación e incremento de eficiencia.

Como consumidores:

Mejores alternativas de compra y menos productos faltantes.

Un ticket identificando cada compra y su precio.

Mayor eficiencia en la operación de tiendas.

Mayor rapidez en el paso por el área de cajas y menos colas."

(AMECOP[1993]).

A pesar de que AMECOP se refiere principalmente a los beneficios obtenidos en los puntos de venta, también señala : "La codificación de productos bajo el sistema EAN, constituye la base para establecer una comunicación eficaz entre la industria y la distribución; dado que desde su fabricación hasta su venta el artículo se identifica en todos sus estados intermedios con el mismo (único) código de producto" (AMECOP[1993]).

Todos los beneficios que se puedan encontrar para el código de barras convergen a dos atributos muy conocidos: *velocidad y confiabilidad*.

### **3.3.2. Ahorros en la distribución.**

El ciclo de distribución en la figura 3.1. muestra las áreas funcionales involucradas durante el proceso de negocios entre el proveedor y el cliente. Con el uso de código de barras y la tecnología de intercambio electrónico de datos (EDI), tanto las empresas como los clientes, se pueden ver beneficiados con la reducción de los costos de oficina en cuanto a manejo de órdenes y pagos y lo cual no agrega valor al producto de tal manera que ese ciclo se pueda reducir considerablemente. La cadena de distribución mostrada en la figura 3.2. indica que el mismo ciclo básico de distribución se puede aplicar para el fabricante, distribuidor o vendedor, actuando cada uno como proveedor y cliente.

### **3.4. Tipos de Códigos de Barras.**

Algunos tipos de códigos de barras son UPC, EAN, JAN Bookland, ISSN; y a pesar de que diferentes, todos ellos están relacionados. La simbología UPC usada en Estados Unidos es una derivación de EAN. JAN es equivalente a EAN. Bookland es un EAN-13 con un código de país 978 y 5 dígitos suplementarios. ISSN es un EAN-13 con código de país 977 y 2 dígitos suplementarios. Es por eso



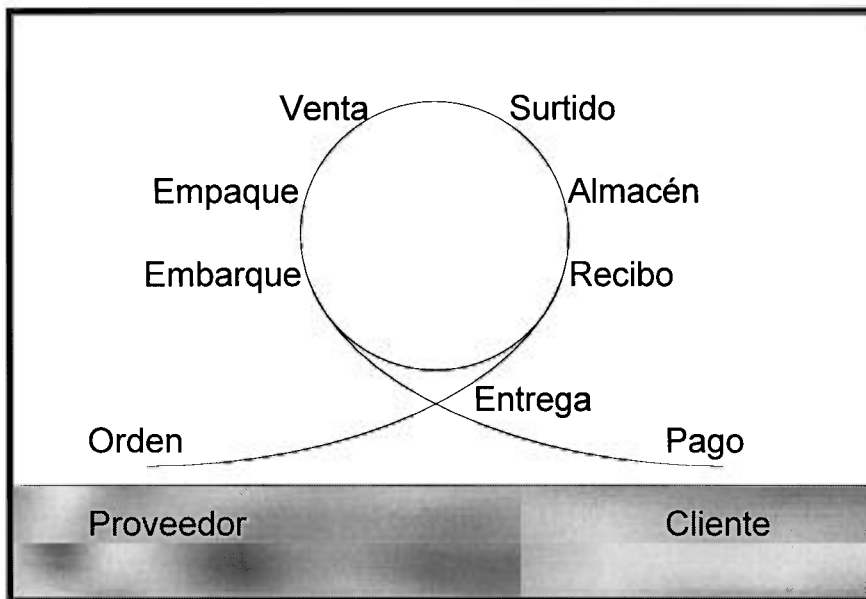


Figura 3.1. Ciclo de distribución.

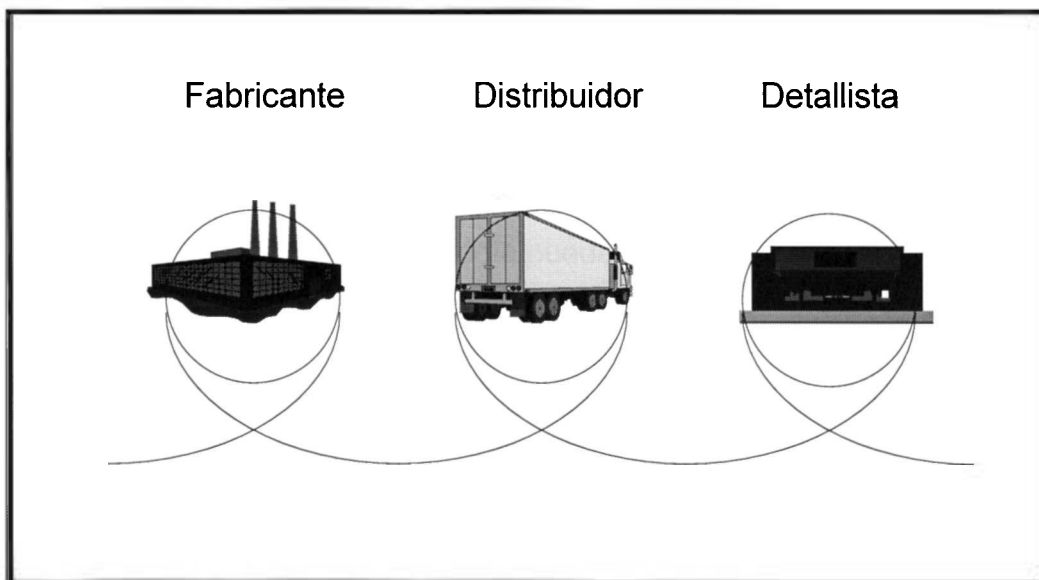


Figura 3.2. Cadena de Distribución.

que algunas personas defienden la idea de que todos estos son derivados de EAN.

Las características que rigen a estas simbologías son las siguientes:

1. Longitud, la cual puede ser
  - a) Fija. El símbolo solo codifica una cantidad predeterminada de información.
  - b) Variable.
2. Valores X y Z.

X se refiere al valor nominal del elemento más delgado en el símbolo (longitud del módulo).

Z se refiere al grosor nominal medido de los elementos más delgados del símbolo.
3. Densidad. La cual define la cantidad de información que puede ser codificada en una unidad de longitud.
4. Caracter de inicio y de final. Son patrones de barras y espacios que marcan el inicio y/o el final del símbolo.
5. Caracter de verificación. Es el caracter colocado en una posición definida dentro del símbolo cuyo valor se basa en relación matemática al resto de los caracteres y con éste el scanner valida la información leída.
6. Direccionalidad. La simbología puede ser unidireccional o bidireccional.

Existe una gama muy amplia de simbologías y cada una de ellas es utilizada por diferentes industrias o para diferente segmento de mercado. Cualquier persona puede inventar su propia simbología, pero lo importante radica en escoger una que facilite su búsqueda y logre mayor eficiencia. Para el logro de lo anterior, la simbología tiene que cumplir con las siguientes virtudes, las cuales, en ocasiones pueden estar en conflicto:

- El código debe ser corto (por la disponibilidad de espacio).
- El código debe ser lo más cuadrado posible (esto facilita su búsqueda).

- Utilizar la dimensión X más grande (permite que exista mayor distancia al momento de ser escaneado)

Dependiendo de la información que se desee comunicar es la selección del tipo de simbología, sin embargo, existen dos tipos de simbologías básicas: continuas y discretas. Los códigos de barras discretos empiezan y terminan con una barra teniendo espacio entre caracteres. Los códigos de barras continuos empiezan con una barra y terminan con espacio y no existe espacio entre caracteres (Mikula[1996]). Se mencionan a continuación algunos tipos de códigos existentes aclarándose que el número de códigos cada vez aumenta más, siendo difícil hacer mención de todos ellos. El anexo 4 contiene una lista parcial de los códigos de barra existentes y la Tabla 3.2. muestra las características esenciales de algunos de ellos.

### **3.4.1. Código EAN y JAN.**

Los símbolos EAN (European Article Number) y JAN (Japanese Article Number) son utilizados para la venta de artículos en Europa, Japón y otras partes del mundo. Existen dos variantes de los símbolos EAN y JAN : EAN-8/JAN-8 y EAN-13/JAN-13. Los símbolos EAN incluyen dos dígitos para referenciar el país de origen del producto.

#### **3.4.1.1. Código Ean-13.**

Es un sistema de codificación que está constituido por series de barras y espacios paralelos y de anchos variables. Consta de 30 barras y 29 espacios en total, los cuales encodifican información. El carácter numérico es de 13 caracteres, siendo 12 de ellos los que están simbolizados por las barras y los espacios. Cada carácter numérico se representa por 2 barras y 2 espacios, es decir, 4 elementos para cada carácter. Cada módulo/barra es igual a 1 y cada módulo/espacio es igual a 0. El ancho de cada carácter es fijo y mide 7 módulos. El módulo se define como la unidad de menor ancho que forman los elementos (Erdei[1991]).

En México, el código de producto es administrado por la Asociación Mexicana del Código de Producto, A.C. (AMECOP), la cual ha establecido un sistema dentro del marco determinado por la International Article Numbering Association (conocida como EAN), de ahí la importancia de este código para el desarrollo de este trabajo (Ver anexo 3).

	<b>2 DE 5</b>	<b>39</b>	<b>CODABAR</b>	<b>93</b>	<b>UPC/EAN</b>	<b>128</b>
APARICION	1972	1974	1972	1982	1973	1981
ESPECIFICACIONES	AIM	AIM	CCBBA	AIM	UPCC	AIM
ESTANDAR	ANSI UPCC	ANSI DOD	ANSI		IAN	APCC
AREA DE APLICACION MAS IMPORTANTE	INDUSTRIA	INDUSTRIA	MEDICINA	INDUSTRIA	VENTAS A DETALLE	INDUSTRIA
LONGITUD VARIABLE	NO	SI	SI	SI	NO	SI
ALFANUMERICO	NO	SI	NO	SI	NO	SI
NUMERO DE CARACTERES	10	43/128	16	47/128	10	103/128
MAXIMO NUMERO DE CARACTERES POR PULGADA	17,8	9,4	10	13,9	13,7	9,1
SEGURIDAD	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MODERADA	ALTA

Tabla 3.2. Simbologías de Códigos de Barra.

Existen tres formas de codificar los elementos numéricos ubicados en las posiciones 1 a 12. Estas formas se denominan A, B, y C y se muestran en la Figura 3.3.

El código EAN-13 tiene además, las siguientes características:

1.- Caracteres: 13 en total, numéricos solamente, asignados a

Posición # 13,12,11:	identificación del país.
Posición # 10,9,8,7,6:	identificación del fabricante.
Posición # 5,4,3,2:	identificación del producto.
Posición # 1:	dígito verificador.

## 2.- Separadores:

- izquierdo: de ancho fijo, 3 módulos (2 barras con 1 espacio al medio, codificado: 101).
- derecho: de ancho fijo, 3 módulos (2 barras con 1 espacio al medio, codificado: 101).
- central: de ancho fijo, 5 módulos (3 espacios con 2 barras intercaladas, codificado: 01010).

altura estandar de los separadores (HD): 24.50 mm

## 3.- Zonas mudas:

- Izquierda: ancho mínimo 11 módulos, codificado: 000000000000.
- derecha: ancho mínimo 7 módulos, codificado: 0000000.
- superior: 1 módulo como mínimo por encima del código.
- inferior: 1 módulo entre el código y la línea de interpretación.

## 4.- Codificación: Contínua y bidireccional.

## 5.- Línea de interpretación:

- Al pie del código: los caracteres en posiciones del #1 al 12.
- En la zona muda izquierda: posición # 13.

## 6.- Estructura: compleja.

## 7.- Uso del código controlado por: EAN y la organización nacional de codificación comercial propia de cada país. Para México AMECOP (ver anexo 3).

## 8.- Módulo: ancho estandar teórico de 0.33 mm.

## 9.- Longitud: Fija de 113 módulos, entre señales de encuadre (AE).

## 10.- Densidad: Media.

## 11.- Tamaño estandar: 37.29 x 26.26 mm, entre las señales de encuadre, incluyendo las 4 zonas mudas ( o de silencio localizadas a la derecha, izquierda, arriba y abajo del código).

## 12.- Altura del símbolo (barra o espacio): HB = 22.85 mm.

CARACTER	A	B	C
VALOR NUMERICO	LAS BARRAS SE FORMAN CON 3 O 5 MODULOS (IMPAR)	LAS BARRAS SE FORMAN CON 2 O 4 MODULOS (PAR)	LAS BARRAS SE FORMAN CON 2 O 4 MODULOS (PAR)
0	 0 0 0 1 1 0 1	 0 1 0 0 1 1 1	 1 1 1 0 0 1 0
1	 0 0 1 1 0 0 1	 0 1 1 0 0 1 1	 1 1 0 0 1 1 0
2	 0 0 1 0 0 1 1	 0 0 1 1 0 1 1	 1 1 0 1 1 0 0
3	 0 1 1 1 1 0 1	 0 1 0 0 0 0 1	 1 0 0 0 0 1 0
4	 0 1 0 0 0 1 1	 0 0 1 1 1 0 1	 1 0 1 1 1 0 0
5	 0 1 1 0 0 0 1	 0 1 1 1 0 0 1	 1 0 0 1 1 1 0
6	 0 1 0 1 1 1 1	 0 0 0 0 1 0 1	 1 0 1 0 0 0 0
7	 0 1 1 1 0 1 1	 0 0 1 0 0 0 1	 1 0 0 0 1 0 0
8	 0 1 1 0 1 1 1	 0 0 0 1 0 0 1	 1 0 0 1 0 0 0
9	 0 0 0 1 0 1 1	 0 0 1 0 1 1 1	 1 1 1 0 1 0 0

MODULO OSCURO (BARRA) = 1  
 MODULO CLARO (ESPACIO) = 0

Figura 3.3. Codificación de los caracteres A,B, y C del código EAN-13.

13.- Factores de magnificación (fm):

fm = 2, muy recomendado.

fm = 1, recomendado.

fm = 0.8, poco recomendado.

(Erdei[1991] ,Morris[1996]).

Los códigos EAN 13 y Ean 8 pueden ser impresos en diferentes tamaños, dependiendo del área del producto y del tipo de impresión. Para asegurar que el código se leerá en cualquier scanner del mundo, deberá estar entre los tamaños que aparecen en la Tabla 3.3., mostrándose en este caso las dimensiones para EAN 13.

De tal manera que la estructura de este código en México es de la forma como se muestra en la Figura 3.4. así mismo, el código EAN-13 750123451234 estará compuesto por los juegos de caracteres mostrados en la Tabla 3.4.

### 3.4.1.2. Código EAN-8.

El código EAN-8 es una versión corta o reducida que solo se utiliza en aquellos productos para los cuales existan problemas de falta de espacio. Dado que la superficie total necesaria para situar el símbolo en el envase no es muy grande, la utilización del código reducido se limita a casos excepcionales. Está formado por la clave del país asignado por EAN INTERNATIONAL (ver anexo 3), 4 dígitos con la identificación del producto y de la empresa y 1 dígito verificador (AMECOP[1993]).

PREFIJO	CODIGO DE LA EMPRESA	CODIGO DE PRODUCTO	DIGITO VERIFICADOR
7 5 0	1 2 3 4 5	1 2 3 4	3

Figura 3.4. Estructura del Código EAN-13.

Factor de magnificación para EAN 13 (fm) (%)		Módulo ancho mm	Entre extremos separadores			Entre señales de encuadre		
			Ancho (AS) mm	Alto (HS) mm	Superficie (SS) cm <sup>2</sup>	Ancho (AE) mm	Alto (HE) mm	Superficie (SE) cm <sup>2</sup>
0.80	80	0.264	25.08	19.60	4.916	29.83	21.01	6.267
0.85	85	0.281	26.65	20.82	5.549	31.70	22.32	7.075
0.90	90	0.297	28.22	22.05	6.223	33.56	23.63	7.930
0.95	95	0.314	29.78	23.27	6.930	35.43	24.95	8.840
1.00	100	0.330	31.35	24.50	7.681	37.29	26.26	9.792
1.10	110	0.363	34.48	26.95	9.292	41.02	28.89	11.851
1.20	120	0.396	37.62	29.40	11.060	44.75	31.51	14.101
1.30	130	0.429	40.76	31.85	12.982	48.48	34.14	16.551
1.40	140	0.462	43.89	34.30	15.054	52.21	36.76	19.192
1.50	150	0.495	47.02	36.75	17.280	55.94	39.39	22.035
1.60	160	0.528	50.16	39.20	19.663	59.66	42.02	25.069
1.70	170	0.561	53.30	41.65	22.199	63.39	44.64	28.297
1.80	180	0.594	56.43	44.10	24.886	67.12	47.27	31.728
1.90	190	0.627	59.56	46.55	27.725	70.85	49.89	35.347
2.00	200	0.660	62.70	49.00	30.723	74.58	52.52	39.169

Tabla 3.3. Factores de magnificación y dimensiones del Código EAN-13.

POSICION	13		12	11	10	9	8	7		6	5	4	3	2	1	
JUEGO DE CARACTERES		SEPARADOR LATERAL	A	A	B	B	B	B	SEPARADOR LATERAL	C	C	C	C	C	C	SEPARADOR LATERAL
CARACTER	7		5	0	1	2	3	4		5	1	2	3	4	3	

Tabla 3.4. Juego de caracteres para el número 7501234512343.



PREFIJO EAN	IDENTIFICACION DE LA EMPRESA Y PRODUCTO	DIGITO VERIFICADOR
750	X1X2X3X4	V

Figura 3.5. Versión utilizada en México para el código EAN-8.

En México, la Asociación Mexicana del Código de Producto, AMECOP, es responsable de definir todas las normas de aplicación del código EAN así como de su puesta al día. También es responsable de que las reglas definidas sean observadas. (Ver anexo 5)

A nivel internacional, la Asociación Internacional EAN es la responsable de velar por que las normas definidas por las diferentes Asociaciones Nacionales, sean coherentes y se integren armónicamente dentro del Sistema global.

### 3.4.2. Código UPC.

Los códigos de barra UPC (Uniform Product Code) son uno de los símbolos más populares. Fué creado y adoptado por la industria norteamericana en 1973 especialmente para utilizarse al momento de pagar en un supermercado. Los símbolos UPC están conformados por cuatro partes:

- El número de sistema consistente de un dígito en la esquina inferior izquierda.
- Un número de fabricante de 5 dígitos asignado por "The Uniform Code Council" localizado en el lado izquierdo .
- Un número de producto de 5 dígitos asignado por el fabricante y que identifica a cada producto. Este se localiza en el lado derecho.

- Un dígito verificador localizado en la esquina inferior derecha.

Los símbolos UPC son únicamente numéricos y tienen una longitud fija. Existen dos variantes del UPC : UPC versión A y UPC versión E. El primero es de longitud completa y el último es una versión reducida que se emplea cuando el espacio para la etiqueta es muy pequeño (Collin[1994]).

### **3.4.2.1. Código UPC A.**

Está formado por 12 caracteres numéricos estructurado de la siguiente manera:

- El dígito # 12 indica la categoría del producto.
- Los dígitos 7-11 identifican al fabricante del producto.
- Los dígitos 2-6 identifican al producto, y
- el dígito # 1 verifica la autenticidad del código.

Los caracteres 1 y 12 se imprimen con barras más largas que las demás. Las compañías mexicanas que deseen exportar sus productos a Estados Unidos o Canadá deben utilizar este código.

### **3.4.2.2. Código UPC E.**

A esta versión se le llama “Cero suprimido” puesto que elimina al menos a 4 ceros en el código. No siempre es posible utilizar este código puesto que depende del número del fabricante y el número del producto asignados.

Está formado por 8 dígitos. Uno es el número de sistema, seis identifican al fabricante y al producto los cuales son codificados por un método especial que permite eliminar los dígitos cuyo valor sea 0 (cero), esta supresión de ceros depende del número a ser codificado en la versión UPC A. El último carácter es el dígito verificador (Erdei[1991]).

En algunas ocasiones se utilizan de 2 a 5 dígitos suplementarios opcionales. Estos códigos suplementarios aparecen a la derecha del símbolo principal y los dígitos se pueden leer porque están arriba de las barras.

### **3.4.3. Código BOOKLAND.**

Los códigos de barras Bookland están basados en números de ISBN y son usados en las cubiertas de los libros. También se conocen como códigos de barras ISBN, aunque no es una descripción muy adecuada. Bookland es un código de barras EAN-13 con un código de país 978 y 5 dígitos suplementarios basados en el precio del libro. El código suplementario comienza con 5 en Estados Unidos y con 6 en Canadá. El precio se representa del segundo al quinto dígito. Si el precio es menor que cuatro dígitos entonces se utilizan ceros. Por ejemplo, si un libro en Estados Unidos cuesta \$4.99, tendrá un código suplementario de 50499 (Whiting[1995]).

### **3.4.4. Código ISSN.**

Los códigos de barra ISSN están basados en el número ISSN y son utilizados en periódicos fuera de los Estados Unidos. Es un código EAN-13 con código de país 977 incluyendo dos dígitos suplementarios que representa la fecha de emisión. Por ejemplo 01 para enero, 02 para febrero, etc. (Whiting[1995]).

### **3.4.5. Código 39.**

El código 39 (de código 3 de 9) es la simbología más popular usada para identificación, inventarios, y para propósitos de seguimiento. Fue creado en 1974 y adoptado por el Departamento de Defensa así como por la Administración de servicios e industria automotriz en Norteamérica aproximadamente en 1982.

Es un código alfanumérico en donde el símbolo puede ser tan largo como sea necesario para guardar codificados los datos. Está diseñado para codificar 26 letras mayúsculas(A-Z), 10 dígitos (0-9) y 7 caracteres especiales ( \$,%,+,-,.,/\*). Puede ser extendido a todos los 128 caracteres ASCII utilizando una codificación de dos dígitos(Adams[1995]).

Cada caracter codificado en código 39 está hecho de 5 barras y 4 espacios para un total de 9 elementos. Cada barra o espacio puede ser "ancha" o "delgada" pero tres de los 9 elementos son siempre anchos. De aquí recibe el nombre de código 39, código 3 de 9.

El símbolo incluye una zona de silencio o muda (10 dimensiones X ó 0.10 pulgadas, el que sea más grande), el caracter de inicio \*, los datos codificados, el caracter de paro \*, y otra zona de silencio (10 dimensiones X ó 0.10 pulgadas, la

que sea más grande). El asterísco sólo se utiliza como código de inicio y terminación.

La dimensión X es el ancho de la dimensión del elemento más pequeño en un simbolo de código de barras. La dimensión mínima para un sistema abierto es 7.5 mils ( 1 mils es 1/1000 pulgadas) o 0.19 mm. El elemento ancho es un múltiplo del elemento delgado y este múltiplo debe ser el mismo en todo el símbolo. Este múltiplo puede estar en un rango de 2.0 y 3.0 si el elemento delgado es mayor que 20 mils. Si el elemento delgado es menor que 20 mils, el múltiplo solo puede estar en el rango de 2.0 a 2.2 . La distancia entre barras debe ser al menos de 0.15 la longitud del símbolo ó 0.25 pulgadas, el que sea más grande (Collin[1994]).

La longitud total del símbolo está dada por la ecuación:

$$L = (C + 2)(3N + 6)X + (C + 1)I$$

donde

L	=	Longitud del símbolo. No se toma en cuenta las zonas de silencio.
C	=	Número de caracteres.
X	=	Dimensión X
N	=	Múltiplo ancho/delgado.
I	=	Ancho entre un caracter y otro (Adams[1995]).

El código 39 normalmente no incluye el dígito verificador, sin embargo existe uno establecido por si la aplicación lo requiere. El valor de cada caracter es sumado y después se divide la suma por 43. El residuo es el valor del caracter que se usa como dígito verificador.

El código 39 tiene algunas ventajas:

- Puede ser leído por todos los scanner.
- El grupo de caracteres estándar incluye letras mayúsculas y números.
- La cadena de símbolos representado puede ser de tamaño variable.
- El dígito verificador raramente se utiliza, pero está disponible si es que se requiere.
- Se puede imprimir en una variedad muy amplia de tamaños y dimensiones.

### 3.4.6. Código 128.

Este código está llegando a ser cada vez más popular, especialmente en Europa. Está diseñado para codificar los 128 caracteres ASCII y utiliza la cantidad más pequeña de espacio para datos de 6 caracteres o más de cualquier simbología 1-D. Cada caracter de entrada codificado en código 128 está hecho de 11 módulos blancos o negros. El caracter de paro sin embargo está hecho de 13 módulos. Tres barras y tres espacios se forman de esos 11 modulos. Las barras y los espacios pueden variar entre 1 y 4 módulos de ancho (Adams[1995]).

El símbolo incluye una zona de silencio o muda (10 dimensiones X), un caracter de inicio, los datos codificados, un caracter verificador, un caracter de terminación y una zona de silencio (10 dimensiones X).

Existen 106 combinaciones de 3 barras y tres espacios. Cada una de las 106 combinaciones pueden ser asignadas a uno de un grupo de tres significados. Esos significados se colocan usando uno de los tres caracteres de inicio. El código de inicio A permite codificar todos los caracteres alfanuméricos más caracteres de control y especiales. El código de inicio B incluye todos los caracteres alfanuméricos estandar más las letras minúsculas y caracteres especiales. El código de inicio C incluye un grupo de pares de 100 dígitos, desde el 00 hasta el 99 y puede ser usado solamente doblando la densidad de la codificación de los datos numéricos.

Cada caracter tiene un valor entre el rango de 0 a 105 y este valor se utiliza para calcular el caracter verificador en cada símbolo.

La altura de las barras debe ser al menos 0.15 veces la longitud del símbolo ó 0.25 pulgadas, el que sea más grande. La longitud se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\begin{array}{ll} L & = (11C + 35) X & \text{(para datos alfanuméricos)} \\ L & = (5.5C + 35) X & \text{(solo números utilizando Código C)} \end{array}$$

en donde

$$\begin{array}{ll} L & = \text{longitud del símbolo , no se cuenta la zona de silencio.} \\ C & = \text{número de caracteres y} \\ X & = \text{dimensión X.} \end{array}$$

(Adams[1995]).

### **3.5. Lectura del Código de barras.**

Los scanner que leen los códigos de barras emiten un laser rojo de una frecuencia específica que trabaja para distinguir los bordes en el símbolo permitiendo ser scaneado en cualquier dirección.

Existen dos tipos de scanners: lectoras portátiles y las que están conectadas directamente a la computadora. Si se tiene que ir al código de barras se necesita una lectora portatil; si el código de barras viene hacia la persona es recomendable una lectora instalada en la PC. Las lectoras portátiles cargan datos en un buffer que puede ser descargado en una computadora vía cable.

La mayoría de los scanner pueden codificar más de un tipo de código de barras. Cada simbología (tipo de código de barra) tiene una única barra de inicio y de fin al inicio y al final del símbolo o algún otro patrón que permite al scanner autodiscriminar entre simbologías sin la intervención del hombre. Algunos scanner pueden buscar un código de barras pre-impreso que permite encender a apagar dispositivos adicionales.

La mayoría de las simbologías de códigos de barras utilizan uno o más dígitos verificadores que permiten asegurar exactitud e integridad de los datos al ser scaneados.

#### **3.5.1. Dígito verificador.**

El dígito verificador se establece para evitar los errores que pueden producirse en una captura de datos a gran escala. El dígito verificador es la última cifra del código de un producto y se obtiene automáticamente en función de las posiciones que le preceden al código mediante un algoritmo de cálculo.

En el ambiente de la informática y la seguridad, existe una gran variedad de algoritmos para calcular el dígito verificador y cada uno de ellos aporta un grado de confiabilidad mayor o menor, lo cual depende de el método que se usa para el cálculo.

En el sistema EAN se utiliza el algoritmo de cálculo del sistema UPC para asegurar la confiabilidad entre los dos sistemas. Esta regla se basa en una ponderación de las diferentes cifras del código a verificar con los factores 3,1,3,1,3 y el módulo 10 tal como se describe a continuación:

Paso 1. Empezando por el primer dígito de la derecha (excluyendo la posición del dígito a verificar) se numeran las posiciones.

- Paso 2. Se asigna a cada una de las posiciones un factor constante. A la primera posición se le asigna al 3, a la segunda el 1, a la tercera el 3 y así sucesivamente hasta concluir con todas las posiciones.
- Paso 3. Se multiplica cada uno de los dígitos que componen el código por el factor que le corresponde.
- Paso 4. Los productos de las multiplicaciones se suman.
- Paso 5. El resultado de esta suma se resta a la decena superior inmediata y el resultado es el dígito verificador.  
(Erdej[1991],Adams[1995]).

Paso	País	Compañía	Producto	D.V.	
	7 5 0	1 2 3 4 5	1 2 3 4		
1	12 11 10	9 8 7 6 5	4 3 2 1		
2	1 3 1	3 1 3 1 3	1 3 1 3		
3	7 15 0	3 2 9 4 15	1 6 3 12		
4		$7+15+0+3+2+9+4+15+1+6+3+12 = 77$			
5			$80 - 77 = 3$		
	7 5 0	1 2 3 4 5	1 2 3 4	(3)	

Tabla 3.5. Forma de cálculo del dígito verificador según el algoritmo de cálculo EAN/UPC.

El algoritmo es el mismo para cada uno de los distintos sistemas de numeración, siendo el número de dígitos lo único que cambia:

- Para UPC, 11 dígitos y el 12º es el dígito verificador.
- Para EAN 8, 7 dígitos y el 8º es el dígito verificador.
- Para ITF, 13 dígitos y el 14º es el dígito verificador.

### **3.6. Impresión de Códigos de Barras.**

Desde que los chinos inventaron la imprenta, los inventores han desarrollado nuevas formas de imprimir imágenes en papel u otras superficies. Cada una de esas tecnologías ha sido desarrollada para juntar necesidades particulares de estilo, color, brillo, velocidad de impresión, costo y aun duración. Lo mismo ha pasado en las últimas décadas; con la invención de la computadora y las máquinas lectoras de datos se han desarrollado particulares e innovadoras tecnologías de impresión.

A pesar de que los códigos de barras se ven como simple texto, las series de paralelos es decir, las barras y los espacios deben de tener una precisión en ancho y en distancia entre ellas. Cada lado debe estar muy bien delineado y las barras deben ser muy oscuras para poder reflejar la luz. La impresión debe estar dentro de especificaciones si es que se quiere confiar en la lectura del código. Para imprimir los códigos exitosamente se pueden utilizar una variedad de tecnologías de impresión que van desde la impresora de matrices hasta la laser (pudiendo surgir nuevas tecnologías en el futuro) y en donde lo importante es la calidad de la impresión no importando que tecnología se utilice.

De acuerdo a un estudio realizado por la Universidad de Ohio, existe una pequeña diferencia en el tiempo que toma un scanner en leer un código de barras impreso por una impresora de impacto, laser o térmica. En este estudio se encontró que existe una diferencia estadística significativa entre la media de lectura. Esta diferencia es sin embargo muy pequeña encontrándose en el rango de 87 a 186 diezmilésimas de segundo (IE[1996]). Debido pues a que no existe una diferencia real en tiempo, lo más importante es ver el costo-beneficio al seleccionar una impresora para los códigos. Impresoras con tecnología laser y térmica, podrían ser muy importantes para empresas que envían sus productos a clientes que requieren que el código sea visible, pero aplicaciones para manufactura y transporte solamente, las impresoras de impulso pueden funcionar muy bien y su costo-beneficio ser muy bueno para volúmenes medios y grandes.

### **3.7. Futuro de Código de Barras.**

En un estudio realizado con respecto al futuro del Código de Barras y presentado por el *EAN Information Day* se exponen los progresos y los avances realizados por las diversas Asociaciones Nacionales en materia de codificación EAN y menciona, en cuanto a tendencias tecnológicas, que el grado de introducción de las nuevas tecnologías va más rápido que su ritmo de adopción basándose en los siguientes tres puntos:



- La introducción de la tecnología está aumentando en un grado positivo.
- La implantación de las nuevas tecnologías se basa en los programas de cooperación y en empresas dedicadas a servicios a terceros que ayudan a su adopción.
- Los líderes en adopción de tecnología son aquellas compañías que poseen una visión comprometida de acuerdo con la introducción de esta nueva herramienta (Izard[1994]).

Las tendencias tecnológicas son muy buenas y los caminos del código de barras son muy alagadores puesto que realmente existen un gran número de fuerzas impulsoras para el desarrollo del mismo. Entre estas fuerzas se encuentran:

- Exigencia de los interlocutores comerciales.
- Globalización de los formatos.
- Tecnología avanzada como un valor añadido a la red.
- Iniciativas industriales.
- La posibilidad de beneficiarse de estándares complementarios.

Y muchas otras fuerzas más. Sin embargo, existen algunas barreras para su adopción que deben ser vencidas para llegar a implementar los sistemas de codificación. Estas barreras se esquematizan en la Figura 3.6.

Parece ser que en los próximos 5-10 años, la codificación EAN será el código dominante para la identificación de productos (Ver Tabla 3.6.). Este dominio es debido a la enorme cantidad de scanners instalados y a la aceptación económica que éstos tienen puesto que son una fuente de información muy barata. Esta simbología está soportada por gran cantidad de instalaciones y sistemas de Back-end (sistemas de retroalimentación) y existe la suficiente capacidad, por parte de la arquitectura EAN, como para dominar por anticipado la demanda que pudiera existir.

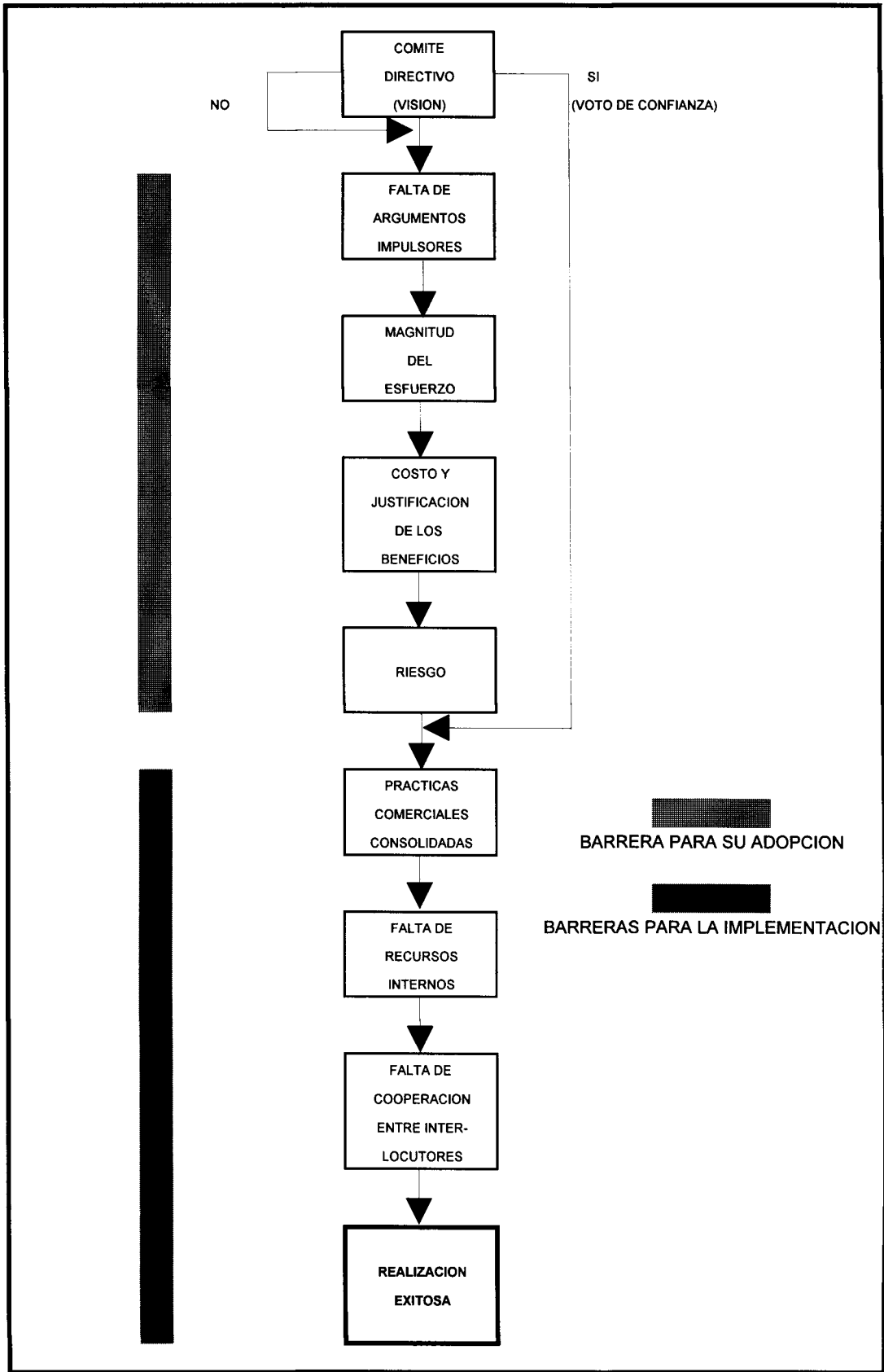


FIGURA 3.6. Barrera para la adopción tecnológica del Código de Barras.

Tipos de codificación	Estado Actual	Próximos 5-10 años
EAN	Dominante	Dominante
Radio frecuencias	Buena posición	Buena posición
Códigos 2D	Experimentales	Buena posición
Sistemas ópticos	Experimentales	Experimentales

Tabla 3.6. Codificación para los próximos 5-10 años.  
(Fuente: Andersen Consulting, 1995).

# **CAPITULO 4.**

## **AREAS DE OPORTUNIDAD.**

### **4.1. Introducción.**

En los últimos años se han visto muchos cambios en la economía de los países, lo cual ha repercutido en los niveles de vida de las personas. Principalmente en países como el nuestro en donde la economía ha sido muy impredecible, tanto el gobierno como la industria privada necesitan aventurarse en la búsqueda de mejores soluciones que les permita realizar mejor sus operaciones, optimizar sus canales logísticos, prestar mejores servicios, etc., de tal manera que los proteja de esos cambios tan drásticos que ha dado la economía. Dentro de esta búsqueda de mejores soluciones se puede ir desde la implementación de técnicas y filosofías muy sofisticadas hasta herramientas comunes y antiguas y que han probado su utilidad a través del tiempo.

Dentro de este marco se encuentra la utilización de código de barras, la cual es una herramienta muy poderosa, relativamente barata y que ha probado dar buenos resultados (Lippman[1996]).

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos con respecto a la utilización del código de barras en Hermosillo a través de una encuesta realizada a diferentes empresas de la localidad. Los datos estadísticos obtenidos así como los comentarios recibidos muestran un gran interés por parte de los dueños, administradores, supervisores y personal de staff de compañías de diferentes tamaños hacia esta tecnología.

Además, como justificación a la necesidad de utilizar tecnología de códigos de barras para el mejor desempeño del negocio, se mencionan las

experiencias en dos empresas de la localidad. La primera de ellas es una industria dedicada a la fabricación de muebles de madera y en donde se ha estado trabajando para alcanzar un nivel competitivo de tal manera que les permita la entrada al mercado mundial en la fabricación de muebles. Esto se ha tratado de alcanzar con la implementación de tecnología de punta, como por ejemplo máquinas de control numérico, así como la adquisición y puesta en marcha de diferentes sistemas, como por ejemplo el software Trakker el cual se detalla más adelante.

La segunda de las empresas se dedica a la distribución de medicinas, la cual cuenta con un almacén y diferentes camiones para surtir los pedidos a todo el estado. En este caso, la gerencia está muy interesada en disminuir las pérdidas por errores de distribución y tener permanencia en el mercado a través de un mejor servicio al cliente.

Estas empresas se seleccionaron tomando en consideración diversos factores, de tal manera que ejemplifiquen a la empresa sonorensis a finales de la década de los 90. Estos factores se listan a continuación:

1. Son empresas con menos de 30 empleados y consideradas como medianas.
2. Son empresas netamente de la región.
3. Se ha tenido contacto con ellas a través de diversas actividades del ITESM Campus Sonora Norte.
4. Están muy interesados en mejorar sus procesos y ser más productivos.

Finalmente se menciona una serie de oportunidades para esta tecnología en la ciudad de Hermosillo.

## **4.2. Resultados de la encuesta.**

La encuesta que se encuentra en el Anexo 2 fue enviada a 120 empresas de la localidad, tomándose empresas de diferentes tamaños y giros y su selección fue totalmente al azar. Solo el 61.6% de las empresas contestaron y regresaron la encuesta por lo que se tomaron en cuenta sólo 74 encuestas de las 120 que se enviaron. De las 74 empresas que respondieron al cuestionario, el 75.6% (56 empresas) de ellas expresaron comentarios muy favorables al

mismo y de esos comentarios, el 57% (32 empresas) vienen de negocios considerados como pequeños.

De las empresas que respondieron y que cuentan con código de barras, el 82.35% mencionan que la automatización y la implementación de código de barras fue desarrollado por una empresa externa a ellos y que proviene en el 90% de los casos de la empresa matriz, el 10% restante contrató especialistas en el área provenientes de diferentes partes de la República. El 17.65% desarrolló sus propios sistemas internamente.

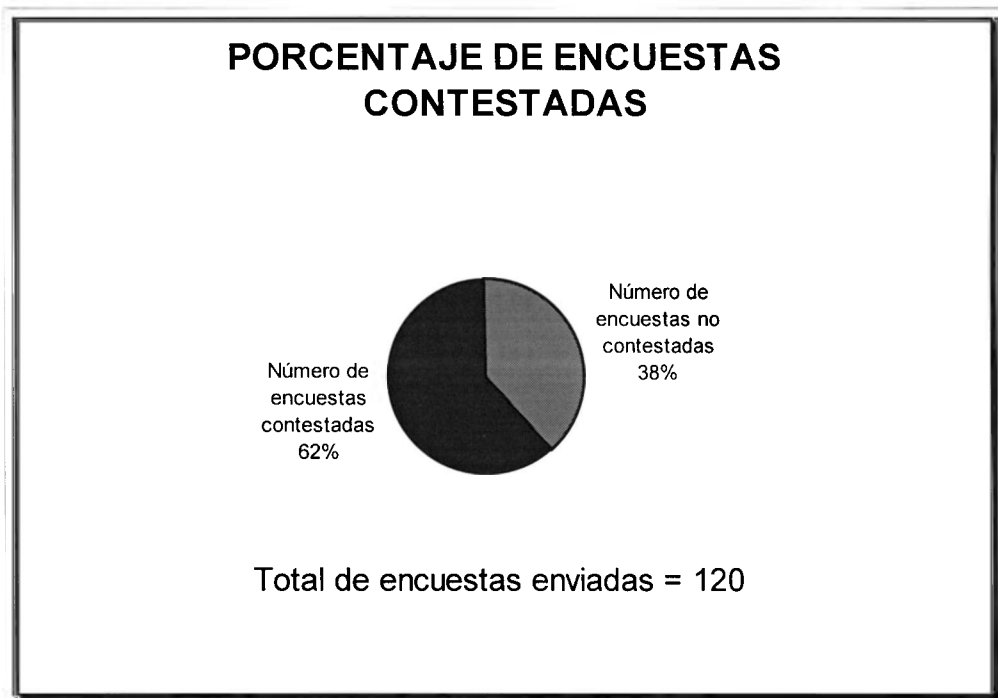


Figura 4.1. Porcentaje de encuestas contestadas.

El porcentaje de empresas que usan código de barras indica un mercado potencialmente grande en todas las ramas, pero esencialmente dentro de la manufactura. En la actualidad, en Hermosillo, el principal usuario se encuentra en las tiendas de ventas al detalle y en los negocios dedicados a las rentas de videos.

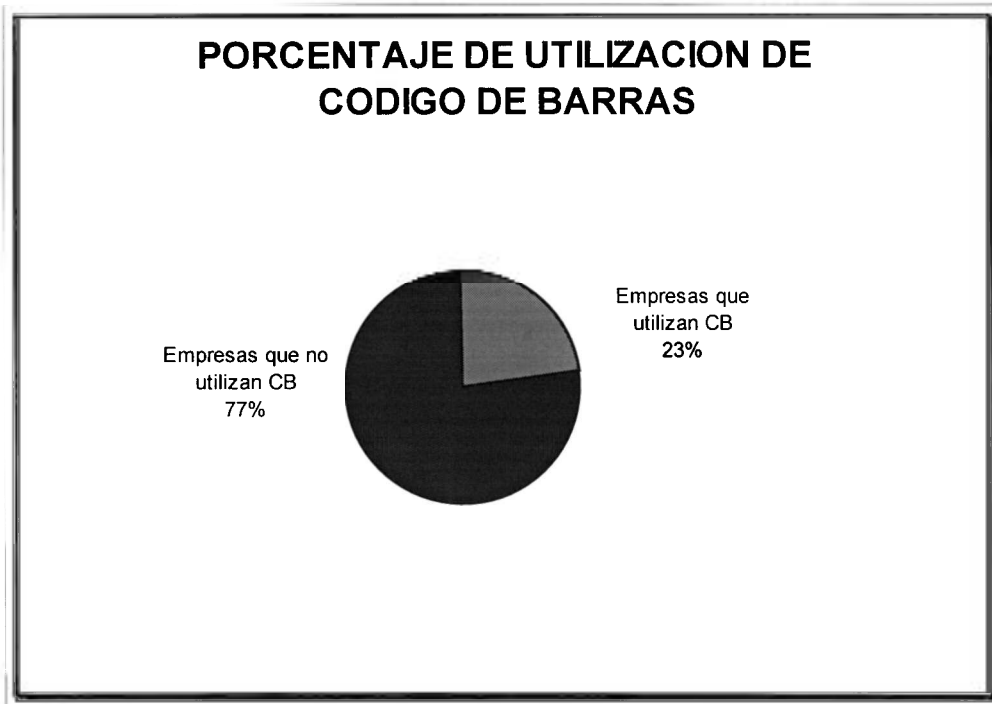


Figura 4.2. Porcentaje de utilización de código de barras.



Figura 4.3. Desarrollo e implementación de la tecnología de código de barras.

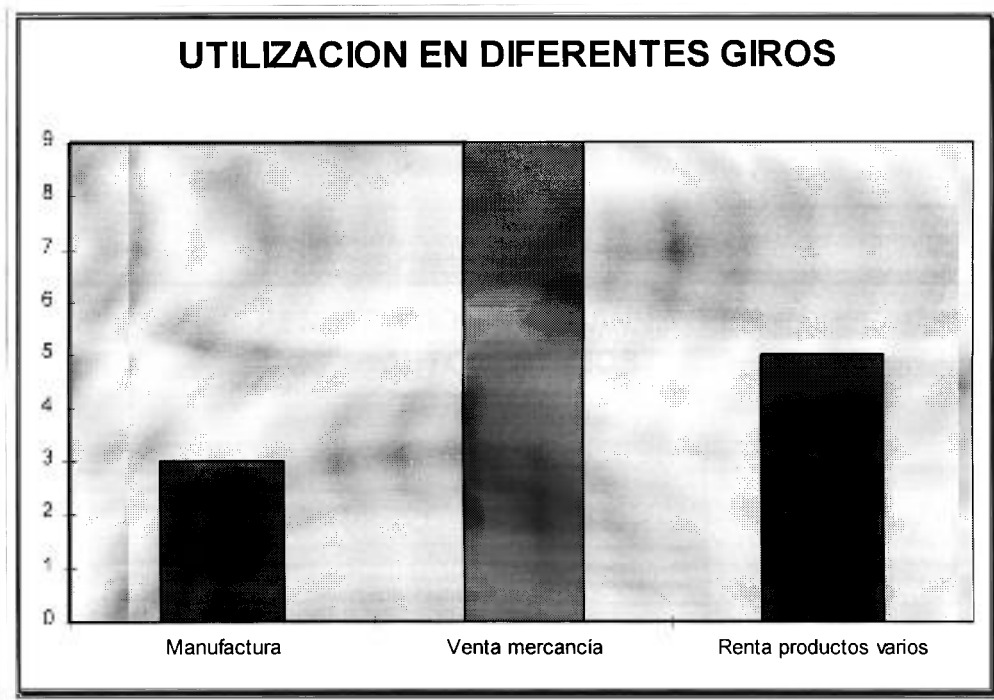


Figura 4.4. Utilización en diferentes giros.

AMECOP reporta el aumento de esta tecnología dentro de los autoservicios, lo cual demuestra el gran interés de estos negocios en esta tecnología y además corrobora el resultado de la encuesta. En este reporte de AMECOP, se menciona que en 1994 el 32% de las tiendas de autoservicio tenían equipos scanner y además esas tiendas tenían el 55% de las ventas totales en valor del comercio organizado (AMECOP[1994]).

Como se puede ver en la Figura 4.6., los negocios pequeños están más interesados en ésta tecnología de automatización que los negocios grandes. Una de las razones para esto se debe a la persona que contestó el cuestionario, puesto que en los negocios pequeños en gran parte (65%) fué el propio dueño quien dió respuesta a las preguntas, no sucediendo lo mismo en las empresas más grandes.

Los comentarios más mencionados reflejan el potencial que la automatización tiene en la dirección de los negocios. Entre algunos de estos comentarios se encuentran la reducción de tiempo, mejor utilización del equipo actual, reducción de inventarios y tiempo de reorden así como menores devoluciones. También se tuvieron comentarios negativos, entre los que se encuentran la poca capacidad para invertir en el sistema, costos altos de



capacitación, poca aplicación en su empresa y desconocimiento del sistema. A pesar de estos comentarios, no se negó que código de barras llena el espacio logístico para disminuir tasas de error, mejorar las distribuciones incorrectas e incrementar las tasas de procesamiento de inventarios.

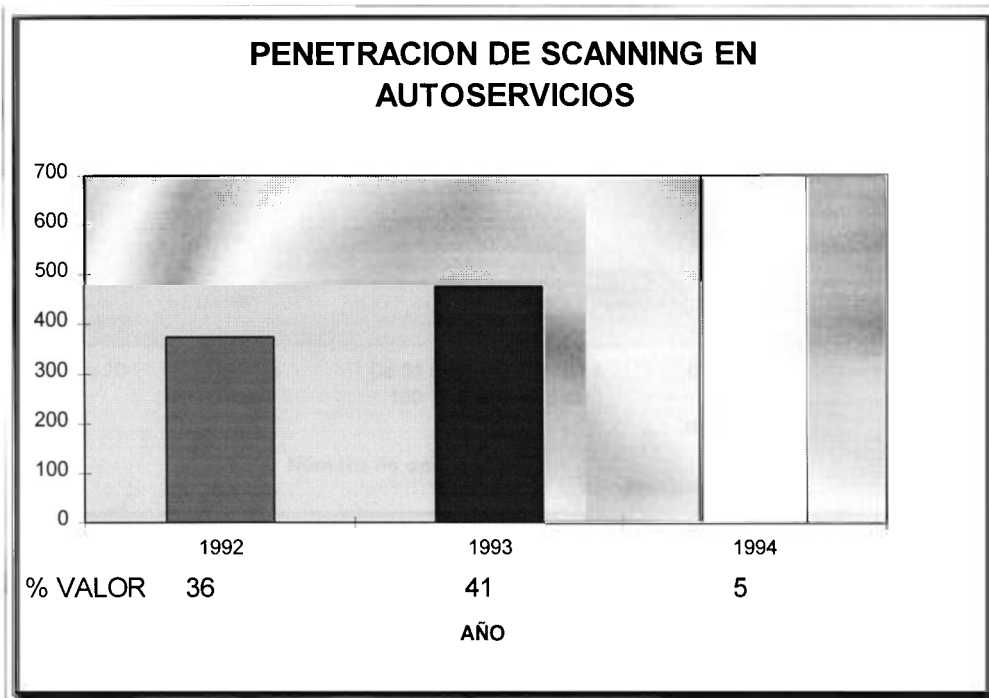


Figura 4.5. Penetración de scanning en autoservicios.  
(Fuente: Andersen Consulting).

A pesar de que la mayoría de las empresas encuestadas, y que en la actualidad no tienen implementado código de barras, mencionan que los costos son muy altos, se ha demostrado que una de las ventajas de la implementación de código de barra es el relativo bajo costo de inicio (Valeril[1994]) y que virtualmente, cualquier computadora puede utilizarse para esta tecnología. En el caso de una de las empresas que se menciona en secciones posteriores, no necesita adquirir nuevo equipo puesto que la computadora que tiene es suficiente para la aplicación de código de barras. Aun si se requiriera comprar nuevo equipo el retorno a la inversión sería en un tiempo verdaderamente corto (McCampbell[1994]).

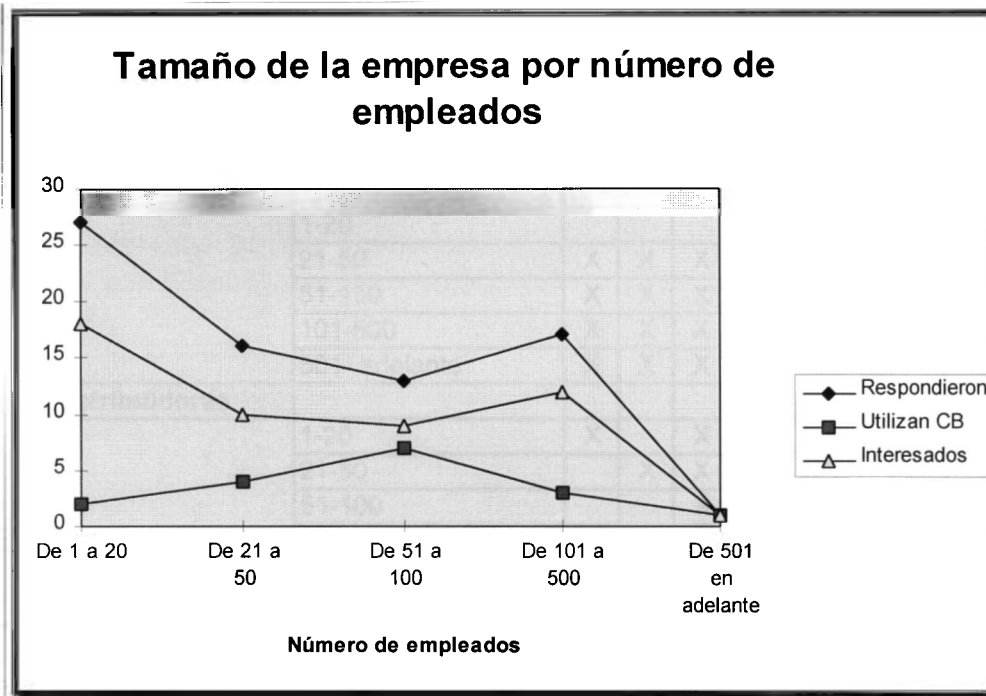


Figura 4.6. Tamaño de la empresa por número de empleados.

Como justificación de lo anterior, se puede encontrar que la mayoría de los sistemas de código de barras funcionan inmediatamente después de instalarlos en una computadora, presentando las siguientes ventajas:

1. Corren directamente en una computadora personal.
2. Autodefinen código de barras.
3. Pueden ser operados por un teclado estándar.
4. Aceptan la mayoría de los código de barras.

Tipo de empresa	Tamaño por número de empleados	VARIABLES MAS COMENTADAS								
		Reducción de tiempos	Mejor utilización de equipo	Reducción de inventarios	Menos devoluciones	Poca capacidad	Costos de capacitación	Poca aplicación	Desconocimiento	
<b>Manufactureras</b>										
	1-20					X		X		
	21-50	X	X	X		X	X			
	51-100	X	X	X						
	101-500	X	X	X						
	501- adelante	X	X	X	X					
<b>Distribuidoras</b>										
	1-20	X		X	X	X	X	X	X	
	21-50		X	X	X	X	X			
	51-100			X	X	X				
	101-500	X		X	X					
	501- adelante									
<b>Ventas al detalle</b>										
	1-20				X	X	X	X	X	
	21-50				X	X	X	X	X	
	51-100	X		X	X					
	101-500	X		X	X					
	501- adelante	X		X	X					
<b>Otras</b>										
	1-20	X				X			X	
	21-50					X				
	51-100	X		X						
	101-500									
	501- adelante									
<b>TOTAL</b>		11	5	12	10	9	5	4	4	

Tabla 4.1. Variables más comentadas.

### 4.3. Industria manufacturera.

La industria manufacturera a la que hace mención este trabajo está dentro del ramo maderero y se dedica a la fabricación de muebles de madera. Originalmente se dedicaba a la fabricación de cocinas integrales y ocasionalmete realizaba otro tipo de mueble siempre y cuando el cliente lo solicitara de esa manera.

En la actualidad está penetrando al mercado estadounidense y japonés con la fabricación de otros tipos de muebles que no necesariamente tienen que ser hechos a la medida como sucedía con las cocinas integrales. Ejemplos de estos muebles son centros de entretenimiento y vitrinas.

Para poder lograrlo se han realizado algunas inversiones en maquinaria, equipo y software que respalde sus operaciones. Entre la maquinaria que se ha adquirido se cuenta con máquinas de control numérico y robots. Entre el software adquirido se encuentra el sistema Trakker el cual es un sistema MRP en donde una de las cosas que hace posible que el proceso de entradas de datos en este sistema sea más rápido y efectivo es la habilidad que tiene de imprimir y leer información en código de barras.

#### **4.3.1. Apertura al cambio.**

En entrevista al dueño de la empresa, señala que, “este proceso empezó en 1993, cuando empezaron con un proyecto de reingeniería en la planta, con la adquisición de equipo nuevo y sistemas administrativos más modernos” (El Imparcial, 12 sep 1996, pag 1C). Tal como se menciona anteriormente, la empresa se dedicaba exclusivamente a la fabricación de cocinas integrales, las cuales eran fabricadas bajo pedido.

La crisis económica mermó en gran manera los pedidos de este producto, por lo que la producción de la fábrica tuvo una gran caída. Esto empujó a que se empezara a buscar otro tipo de mercado por lo que se tuvieron contactos con gente en el extranjero y se empezaron a hacer los arreglos para exportar productos. Estos productos ya no serían los mismos que se fabricaban, ahora se atacaría otro tipo de mercado, con otras necesidades y se empezó a fabricar modelos estándares de muebles, específicamente centros de entretenimiento y vitrinas.

Para el logro de lo anterior y con afán de fabricar productos de la mejor calidad se ha invertido en equipo y maquinaria de vanguardia, entre los que se cuentan robots, máquinas de control numérico, computadoras, impresora de códigos de barras y software.

#### **4.3.2. Análisis del proceso.**

Para lograr producir como el mercado lo está demandando, se tuvieron que realizar algunos cambios ingenieriles en el proceso así como un análisis detallado de cada uno de los productos para eficientizar su fabricación.

Para el logro de lo anterior se realizaron algunas actividades:

- Definición de centros de trabajo.
- Listado de las operaciones.
- Ruteo del producto.
- Clasificación de partes y
- Listado de partes.

Los centros de trabajo se definen como un área de la planta en donde se estén realizando operaciones al producto. El listado de las operaciones se refiere a los pasos de la mano de obra o sus actividades, las cuales podrán ser usadas para manufacturar los productos; cada operación describe una sola actividad creada en un centro de trabajo. El ruteo se refiere al listado de operaciones que comprende la secuencia de cada paso y el tiempo de cada uno de ellos que se requiere para producir un artículo. La clasificación de partes se refiere a los niveles que se utilizan para estructurar el producto y el listado son todas las partes que forman el producto final. Cada una de estas actividades sirvió para introducirlas al software Trakker y poder obtener algunos resultados que se explican más adelante. En el anexo 6 se muestra cada una de las partes mencionadas anteriormente.

### **4.3.3. Sistema Trakker.**

El sistema Trakker (Interport Corporation,[1996]) es un software basado en la filosofía de "throughput" ( "Throughput: *'velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas'*") (Goldratt[1992]).

Este sistema tiene una estructura piramidal (Figura 4.7.) en donde cada nivel de esta pirámide depende de todos los niveles anteriores, por lo que se empieza con la base o el nivel 1 para construir la base de todo el sistema. De aquí la importancia de la información descrita en el apartado 4.3.2.

Tal como lo menciona la figura 4.7., es posible generar órdenes de producción, órdenes de compra, órdenes y pronósticos de ventas, así como poder tener la planeación de los requerimientos de materiales (MRP). Una forma de cada uno de ellos obtenidos en el estudio se muestra en el anexo 6.

Una de las cosas que hace que el proceso de obtención de datos de este sistema sea más rápido y más eficiente es la habilidad que tiene de imprimir y leer información en códigos de barras.

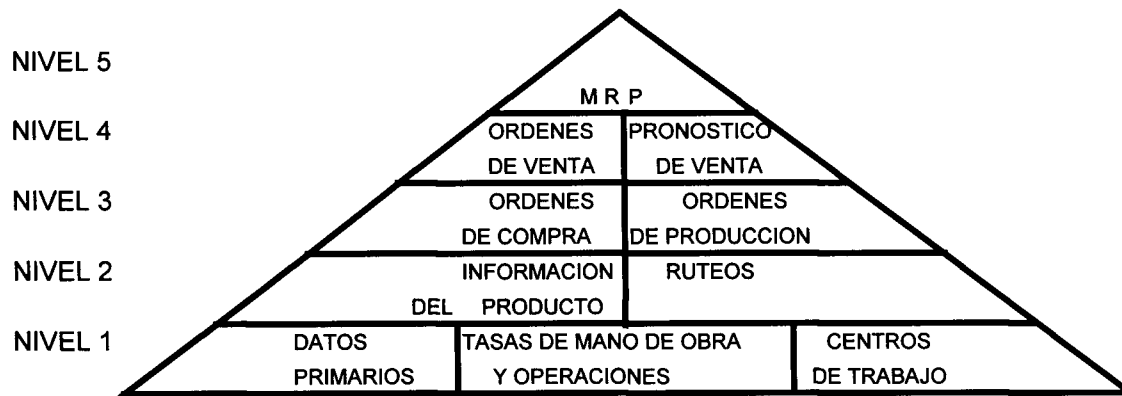


Figura 4.7. Pirámide de la manufactura (InterPort Corporation [1996]).

#### 4.3.3.1. Trakker y códigos de barras.

Una vez que se ha introducido toda la información primaria al sistema y que se genera una orden o un grupo de órdenes, el siguiente paso es imprimir los documentos que se necesitan en la producción. Estos documentos contienen la información que los supervisores y los operarios requieren para producir el artículo.

Trakker permite imprimir los siguientes tipos de documentos de control de la producción:

- Órdenes de producción.
- Listado de partes.
- Etiquetas de flujo de producto.
- Tarjetas de carga.
- Etiquetas de partes y
- Reportes de materiales utilizados.

Las etiquetas de flujo de producto son un mecanismo de control para la producción de ensambles. Generalmente estos ensambles pueden ser productos terminados o subensambles complejos con una secuencia larga de proceso. Estas etiquetas pueden ser usadas para reportar unidades terminadas a través de los centros de trabajo, y también se pueden utilizar para reportar el inicio de la producción y el transporte para productos terminados.

Las tarjetas de carga generalmente se usan para controlar el flujo de las partes componentes y de los subensambles a través de la planta. Se parecen a las etiquetas de flujo pero fueron diseñadas para representar grupos de más de un artículo. Si una etiqueta de flujo sirve para un artículo producido, una etiqueta de carga sirve para un lote de producción. El tamaño del lote puede ser del tamaño de las piezas que puedan colocarse en un contenedor, pallet u otra unidad que se utilice en el proceso. Si existe una producción de 500 piezas y el tamaño de lote es de 100, entonces el sistema procesará 5 tarjetas de carga para esta producción.

Los reportes de material utilizado son formas utilizadas para reportar el material extraído del almacén para producción. Estas formas son los medios principales de control para artículos importantes o de gran valor (ver anexo 6).

Con lo anterior, todo el proceso de documentación de la producción y el control de inventarios, se convierte en la parte más simple del sistema. Debido a que todo tiene código de barras, cada etiqueta utilizada se scanea y Trakker se va directamente a las entradas requeridas. No se tiene que ir manualmente de una página a otra en el sistema, puesto que automáticamente se dirige a la página requerida una vez que se scaneo la etiqueta. Se puede incluso scanear en cualquier secuencia y el sistema identifica cada una de ellas a través de su código. Además, Trakker “conoce” cuales etiquetas ya han sido scaneadas; si se scanea una etiqueta de flujo, el sistema no la contabiliza de nuevo; si se scanea una etiqueta de carga o un MUR ( Reporte de material utilizado), el sistema “asume” que se quiere hacer alguna corrección a la cantidad y presenta el valor anterior para ser editado.

Al trabajar con el sistema, se puede obtener un resumen en donde se despliegan los totales de los puntos de conteo para cada artículo producido. Un punto de conteo es cualquier centro de trabajo en donde se considera que se ha terminado un artículo o subensamble. Esta es una excelente manera de tener los artículos en orden y conocer donde se encuentran en la secuencia de producción. Además se puede obtener una panorámica de todo el material utilizado, con todos los detalles de cantidades y fechas de utilización y el lugar en donde se encuentran en la fábrica.

#### **4.4. Empresa de servicio.**

La empresa que se describe a continuación se dedica a la distribución de todo tipo de productos farmacéuticos en el Estado de Sonora. La gran variedad de productos que maneja (alrededor de 10,000) provienen de la Ciudad de México y sus alrededores y una vez que llegan a la empresa son clasificados para su manejo en varias secciones de estantería. Esta localización física de los productos dentro del almacén se realiza por medio de una clasificación por orden alfabético de acuerdo al laboratorio que ha proveído dichos productos y a su vez los productos de cada laboratorio también se ordenan por orden alfabético.

Los productos son colocados en alguna de las siguientes cinco secciones de estantería: rápida rotación, baja rotación, frágiles, gran volumen y condiciones especiales (temperatura y cuidado extremo). La distribución del almacén se muestra en la Figura 4.8. y en la tabla 4.2.

Se trabajan dos turnos, durante el día y durante la noche, por lo que siempre existe actividad en la empresa, excepto los turnos de sábado en la noche y domingo por la mañana. Durante el primer turno (de día) se reciben productos de los laboratorios, se inspeccionan estos pedidos y se organizan en el inventario todos los productos existentes, ya sea en estantería o en almacén. Además de este trabajo, se distribuyen los pedidos locales y se tiene trabajo normal de administración. Es durante la noche ( 9:30 PM en adelante) cuando comienzan a llegar las transmisiones de los agentes de la empresa que se encuentran en diferentes ciudades del Estado. Estas transmisiones contienen los pedidos a surtir durante la noche, mismos que serán cargados a las unidades de reparto que cubren las diferentes rutas en el Estado.

Lo anterior hace que este segundo turno contenga la mayor carga de trabajo, el cual deberá realizarse con la mayor rapidez posible para poder cubrir el pedido que tiene que entregarse durante la mañana siguiente. Esto implica tener todas las transmisiones (pedidos) empacados en la madrugada siguiente de la llegada de la transmisión para que los repartidores tengan el tiempo suficiente para cumplir con su trabajo oportunamente. Para este segundo turno la empresa cuenta con 16 personas dentro del almacén las cuales se encargan de surtir, inspeccionar y empacar los productos.



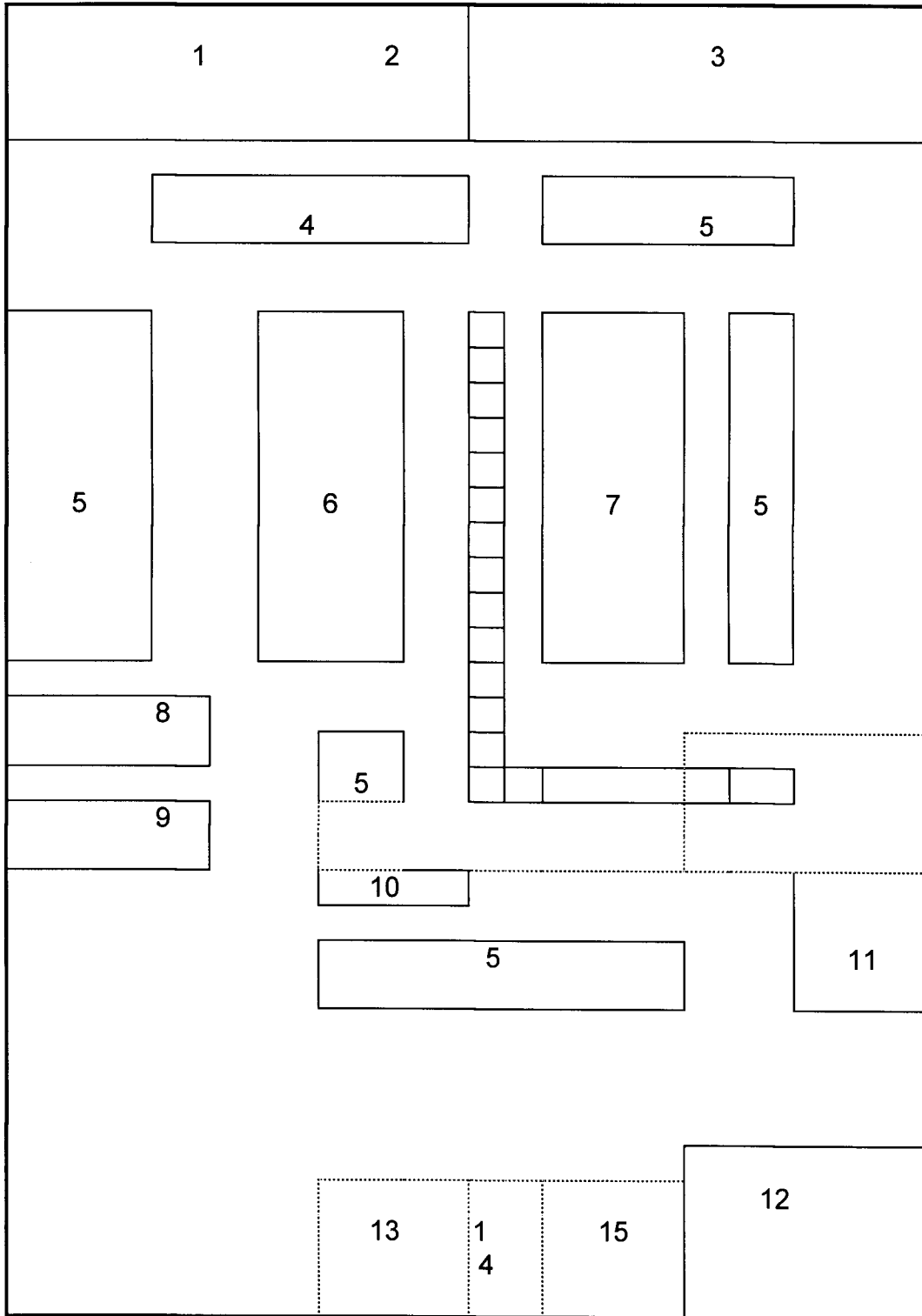


Figura 4.8. Distribución del almacén.

Ubicaciones:

- 1) Primer nivel: Productos de importación y riesgo de consumo por los trabajadores.
- 2) Segundo nivel: Artículos de gran volumen y livianos.
- 3) Archivo muerto.
- 4) Artículos voluminosos.
- 5) Almacén de reserva de productos que se encuentran en estantes.
- 6) Estantería de productos de baja rotación.
- 7) Estantería de productos de alta rotación.
- 8) Artículos en refrigerador.
- 9) Medicamentos controlados.
- 10) Artículos de manejo delicado.
- 11) Casilleros.
- 12) Area de embarque.
- 13) Area de recepción de productos de proveedores.
- 14) Area de devoluciones.
- 15) Cajas de desechos.

Tabla 4.2. Ubicaciones del almacén.

Para efectos de este estudio se recalca mucho la importancia de dar un mejor servicio al cliente puesto que es básicamente el punto en donde se puede competir debido a que los precios que se manejan en las medicinas están regulados y no es mucho lo que se puede trabajar en este aspecto. El dar un mejor servicio al cliente significa para la empresa que los productos lleguen a los clientes en el menor tiempo posible después de que se solicitaron, que lleguen exactamente los productos que se solicitaron y en un estado adecuado. El lograr esto les reducirá considerablemente los costos que se tienen por devoluciones, tal y como se explica más adelante.

#### **4.4.1. Descripción de la situación actual.**

Los vendedores que se encuentran en las diferentes ciudades del Estado capturan el pedido en una terminal LZ32 Marca PSION para después por vía telefónica enviarlos a la central en Hermosillo en donde se se reciben directamente en una computadora IBM AS400.

Cada uno de los pedidos se imprime apareciendo en cada uno de ellos la siguiente información:

- Ruta del pedido.
- Número que identifica al cliente.
- Productos que se solicitan (número y descripción) ordenados por laboratorio y por orden alfabético.
- Fecha.

Existe una persona que se encarga de organizar los pedidos primeramente por rutas (las rutas más largas se surten primero) y luego las envía al área de surtidores, colocándose cada orden en una caja por separado. Los surtidores comienzan a colocar los productos en la caja marcando con un círculo los que ya se han surtido y con una línea los que no se encuentran en existencia. Los productos que ocupan mucho volumen y los que son frágiles se surten hasta el área de inspección de órdenes.

Cuando el pedido se cubre totalmente, avanza en la línea hasta el área de inspección. En esta área son tres las personas que laboran y el tiempo promedio de inspección por orden es de 133.14 segundos (2.219 min.).

Después de realizada esta inspección se envía la hoja de pedido al área de inspección final, y la orden (productos) se envía al área de empaque-conteo con una identificación que contiene el número de caja utilizada para colocar los productos y el número de cliente. En esta área trabajan 4 empleados y las tareas que realizan son contar el número de productos por orden y empacar. El tiempo promedio para esta actividad es de 250.254 segundos ( 4.17 min).

Una vez que la orden ha sido empacada se envía al área de inspección final en donde dos inspectores utilizan la identificación que viene con la orden para hacer un conteo rápido de la misma para después relacionarla con la hoja de pedido. Ellos se encargan de identificar la ruta a la que se dirige el pedido y la colocan físicamente en el área destinada para esa ruta.

El proceso desde que se realiza el pedido hasta que salen las unidades de distribución se detalla en la Figura 4.9 y en la figura 4.10.

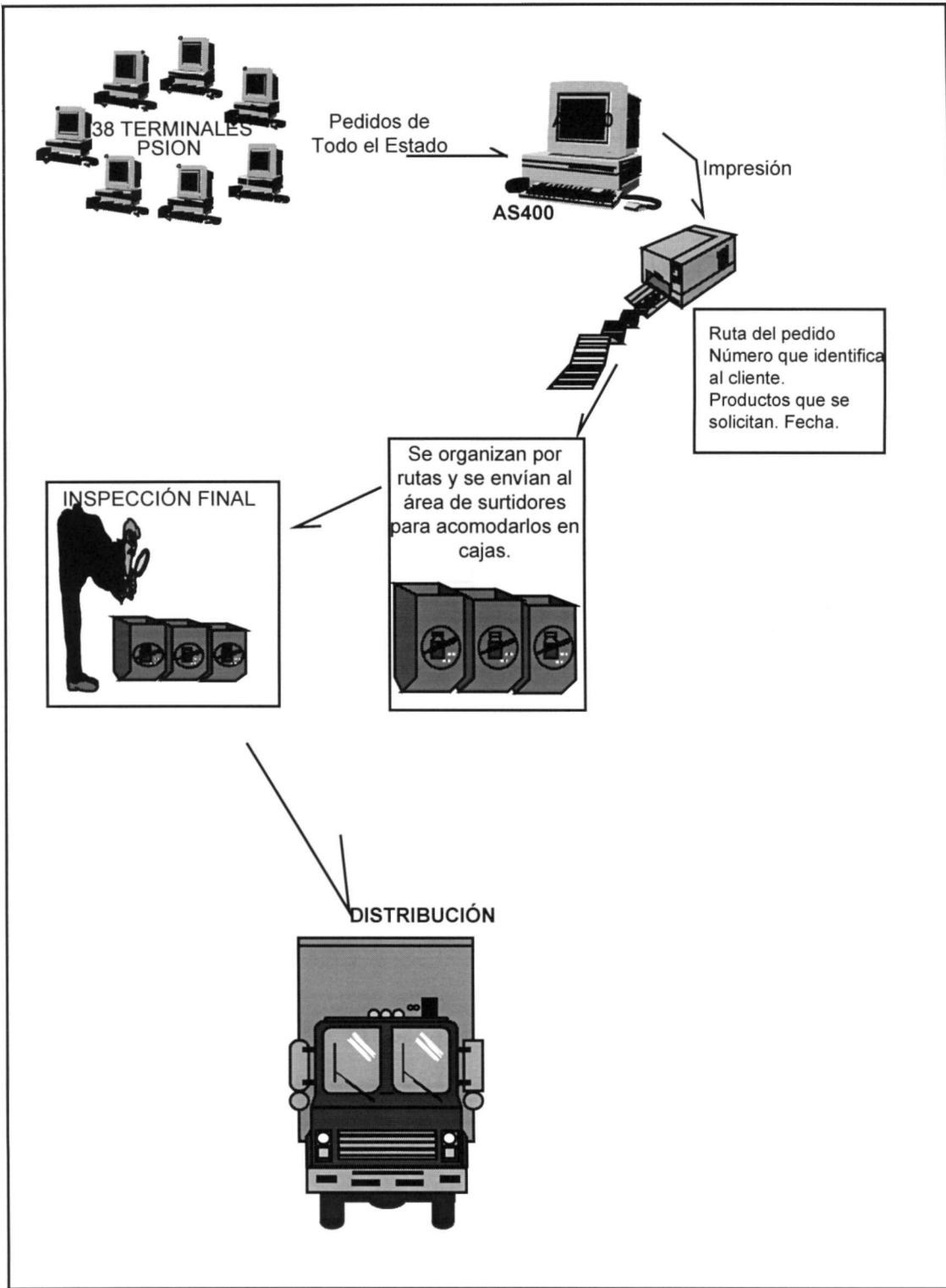


Figura 4.9. Ruta del pedido.

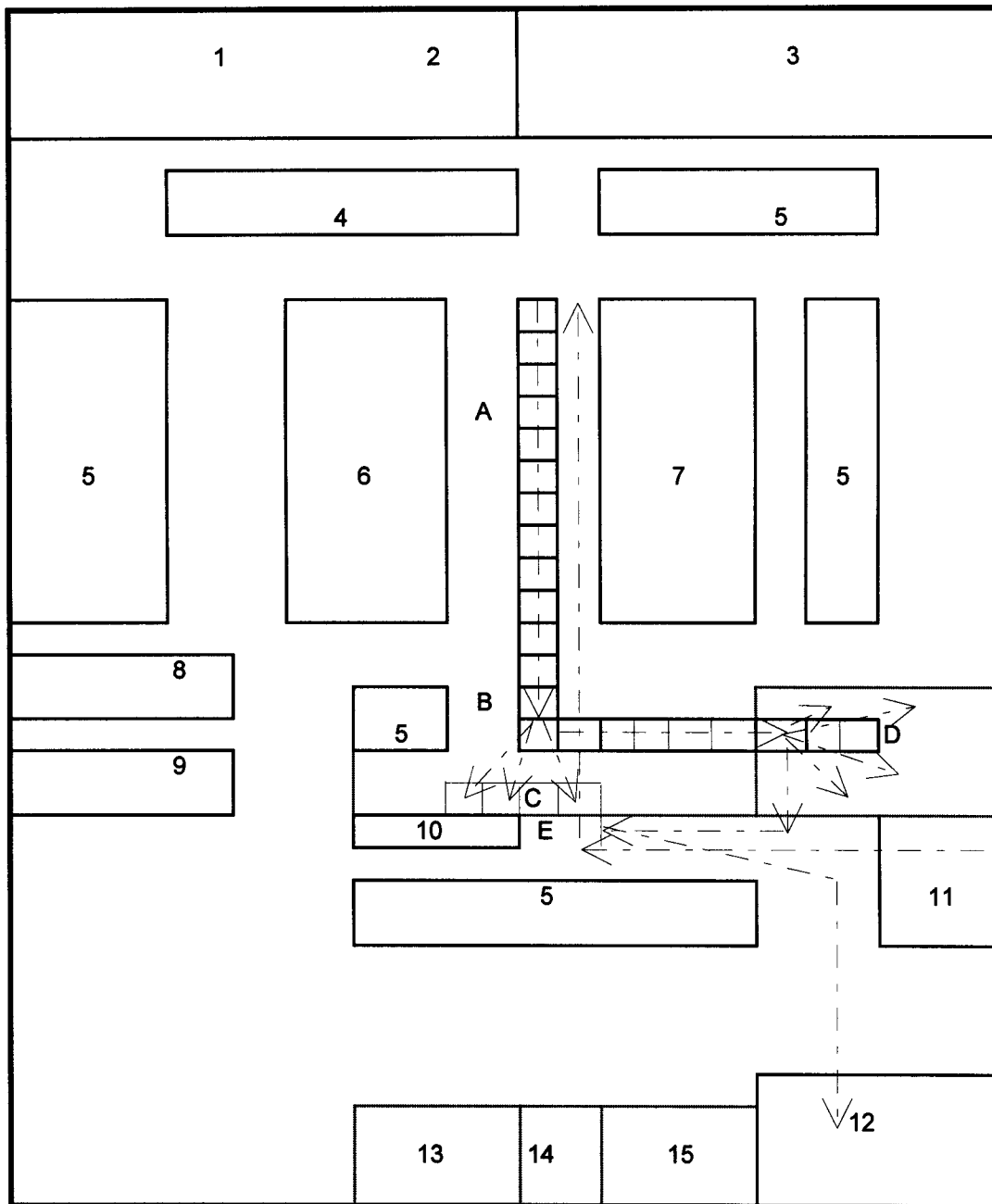


Figura 4. 10. Ruta del pedido en almacén.

- A. Area en donde se encuentran los surtidores.
- B. Area de primera inspección.
- C. Area de segunda inspección de órdenes.
- D. Area de empaque.
- E. Area de inspección final.

#### 4.4.2. Estadísticas de la Situación Actual.

Para la analizar la opción de implementar Sistemas de scanning y código de barras, se obtuvo información con respecto a los tiempos empleados en cada operación, el número de personas así como los salarios del personal involucrado. La tabla 4.3 describe esta información.

	Area de inspección	Area de empaque-conteo	Area de inspección final
Tiempo promedio por orden	133.14 seg 2.219 min	250.254 seg. 4.1709 min	10 seg 0.167 min
Número de personas por área	3	4	2
Sueldo diario por persona	\$39.64	\$26.62	\$84.06

Tabla 4.3. Estadísticas de la situación actual. Datos de julio 1996.

Con los tiempos anteriores se puede obtener que el área de inspección realiza 12 órdenes en un tiempo de 532.56 segundos (tiempo que tarda por orden cada uno de los tres inspectores \* 4 ciclos) mientras que los mismos 12 pedidos son empacados en un tiempo de 750.762 segundos (tiempo que tarda por orden cada uno de los 4 empacadores \* 3 ciclos). La razón de tiempo entre área de empaque conteo e inspección es de 1.41, observándose que existe un cuello de botella en el área de empaque-conteo. En la Figura 4.11 se muestra la distribución del tiempo.

Además se encontró que las plantillas de devoluciones en 1995 fueron de 2,784. La suma de los precios de los productos devueltos por errores en almacén fue de \$449,108 más \$11,740 de faltantes y \$20,578 de excedentes. El porcentaje a precio de lista de los artículos devueltos sobre las ventas totales fue de 2.59% durante ese año.

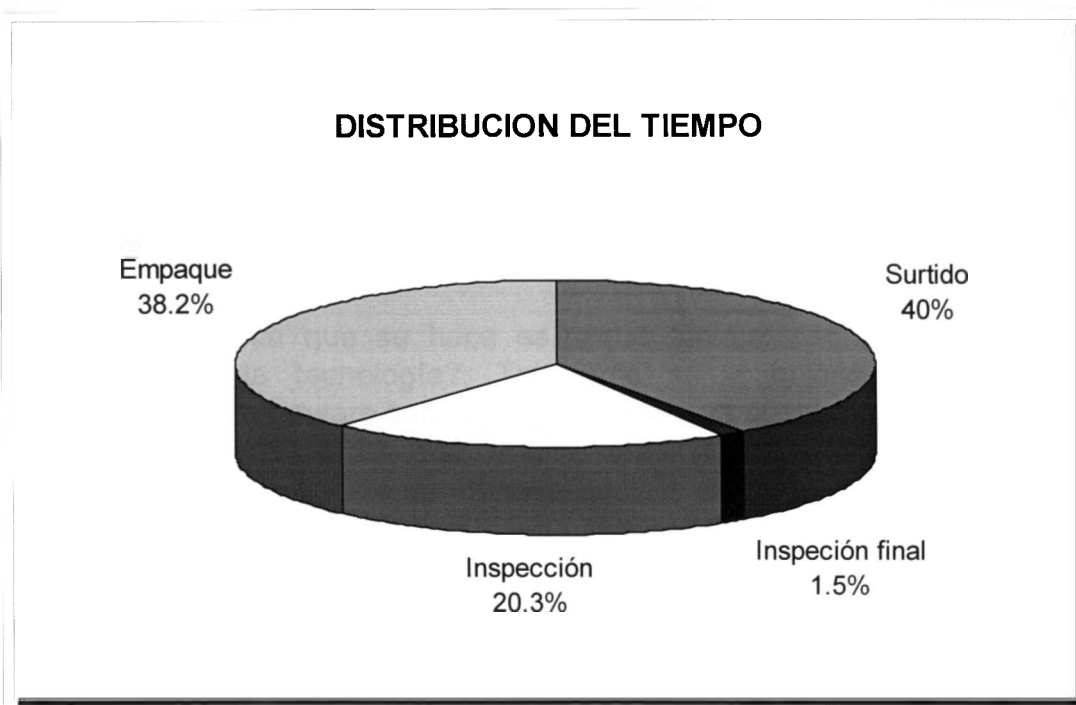


Figura 4.11. Distribución del tiempo en las áreas de empaque, surtido, inspección e inspección final.

#### 4.4.3. Análisis de necesidades.

El costo más alto dentro de una empresa como la que se está tratando, donde el servicio marca la diferencia, es precisamente la falta de atención al cliente y la calidad en esta atención es la principal forma de diferenciar una empresa de servicio.

Una de las necesidades más grandes en la actualidad para poder competir es el utilizar al máximo y de la manera más eficiente los recursos de la empresa. Actualmente se llevan a cabo varios procesos de inspección-verificación. El primero de ellos sucede cuando se surte la mercancía, después tiene lugar el proceso de verificación, posteriormente durante el empaque se cuenta la cantidad de producto para usarse en el proceso de verificación final.

Uno de los objetivos de algunas filosofías actuales de administración es precisamente la reducción de desperdicios, en donde el significado de desperdicio es todo lo que no añada valor al producto, llámese transporte, inspección, almacenaje, preparación, etc. Es pues, imprescindible eliminar algunos puntos de verificación, de tal manera que ayude a disminuir el tiempo de proceso.

Como se ha mencionado anteriormente, la tecnología de código de barras ayuda a disminuir errores en el manejo de materiales, a reducir los tiempos de procesos y provee a los administradores nuevos niveles de información que pueden usar para operar los negocios más efectivamente (Lippman[1996]). Con esto en mente y conociendo las necesidades de la empresa el utilizar código de barras le ayudará a mejorar sus operaciones.

La pregunta que se hace es, ¿qué tan costoso es para la empresa implementar esta tecnología?. Tal como se mencionó anteriormente, las necesidades de hardware son bajas puesto que ya cuentan con equipo instalado en la empresa y es poco lo que se tiene que invertir, siendo del orden de \$6450 dls. (presupuesto a agosto de 1996) el cual es un costo relativamente bajo tal y como lo menciona Valeri (Valeri[1994]). McCambell menciona que el retorno a la inversión es un plazo relativamente corto, y para esta situación en particular el retorno a la inversión, tomando en cuenta solamente los beneficios que se obtendrían al no enviar productos equivocados (se dejan de lado los costos de oportunidad por falta en inventario, costo de oportunidad por falta del producto al detallista y los costos de oportunidad de manejo de dinero, los cuales harían que el retorno fuera aun más rápido) sería en un plazo de mes y medio, tomando como base los costos incurridos durante 1995.

#### **4.4.4. Puntos importantes para lograr un óptimo funcionamiento en el Centro de Distribución.**

Para el mejor funcionamiento del centro de distribución son imprescindibles los siguientes pasos y en los cuales la gerencia debe poner un mayor énfasis:

- Análisis y diseño.
- Objetivos y metas claras.
- Definir y promover la razón de ser del Centro de Distribución.
- Asignar recursos adecuados y suficientes.
- Utilizar tecnologías y sistemas de apoyo adecuados.
- Conceptualizar el Centro de Distribución como un elemento rentable.
- Buscar lo más adecuado, no lo más sofisticado.

Es importante señalar además que si se cuenta con software para controlar el almacén el flujo de información dentro del mismo será mucho mejor. La Figura 4.12. muestra como se desarrollaría el flujo dentro del almacén al tener un software que lo controle.



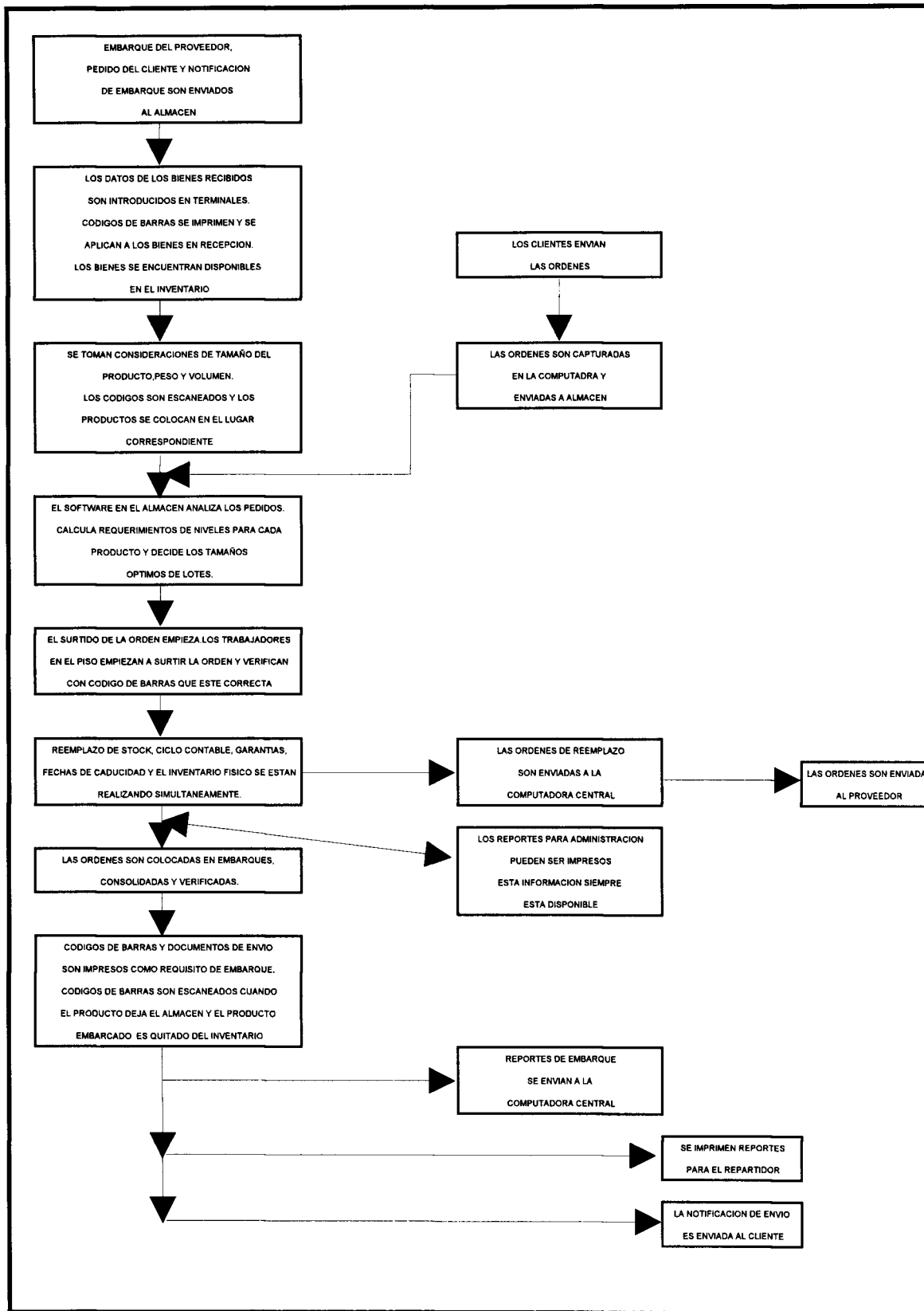


Figura 4.12. Diagrama de flujo de control de inventario por medio de software

Después de considerar el flujo de material dentro del almacén, estudiar los elementos de control y obtener datos por medio de códigos de barra, se está listo para recibir los beneficios:

- Reducción del tiempo de transporte vacío.
- Facilita el trabajo desde que se recibe hasta que se envía.
- Mejora el tiempo de toma de datos y papeleos.
- Asegura inventarios y localización exacta.
- Optimiza envíos.
- Mejor utilización de espacios.

Además de los beneficios antes mencionados, falta mencionar el principal, que es el dar un mejor servicio al cliente, lo que siempre redundará en beneficios para la empresa.

#### **4.5. La aplicación de tecnología de información.**

Como se ha podido constatar en el estudio realizado y según la apreciación de Olson (Olson[1996]) la tecnología más popular actualmente en los almacenes es Código de Barras. Como se ha mencionado, Códigos de Barras es una herramienta que cuando se aplica adecuadamente, realiza un trabajo eficiente y eficaz. Acompañada con comunicación por radio frecuencia, software inteligente , plataforma computacional adecuada y tal vez una interfase electrónica con host y computadoras externas, se puede crear un sistema muy poderoso. Hacia cualquier lugar que el material se mueva y por cualquier medio (conveyors, montacargas) puede ser registrado automáticamente.

El interés en esta tecnología está muy bien fundamentado y de seguro cuando el sector dedicado a la administración de almacenes llegue a su madurez y el entendimiento de esta poderosa herramienta aumente, la justificación para utilizar tecnología de información en los almacenes será mucho más fácil y el número de instalaciones crecerá dramáticamente.

##### **4.5.1. Modelo de aplicación.**

Además de los beneficios ya mencionados de códigos de barras, cada día emergen nuevas oportunidades de aplicación. Una computadora con sistema de voz puede recibir mensajes y responder mensajes directamente al usuario y en su idioma. De tal manera que cuando un producto es scaneado, el audio de la computadora puede decir a un individuo en su propio idioma, cuáles son las

acciones que se necesitan tomar para un trabajo determinado, por lo que es lógico que las empresas prefieran los métodos de voz sobre los de texto.

Las capacidades donde se puede aplicar códigos de barras van desde la administración total del inventario, hasta la determinación de costos y atención a los empleados. Un hospital que atiende en promedio 58,000 pacientes a un promedio de 15 minutos por persona, redujo su tiempo de proceso sólo a un par de minutos utilizando códigos de barras(Martell[1993]); por lo que el potencial que existe para esta tecnología es muy grande. En la figura 4.13 se muestra un modelo desarrollado a partir de la gran variedad de oportunidades que los negocios y las fábricas tienen con respecto a código de barras. Este modelo representa la red de interrelaciones en la logística de capacidades automáticas que pueden estar disponibles en una compañía. Para estas interrelaciones no existen límites y lo que se recomienda es que cada compañía conozca el modelo, seleccione una opción u opciones, investigue las funciones que mejor satisfagan su negocio y simplemente implemente esta nueva tecnología, de bajo costo y retorno rápido de la inversión.

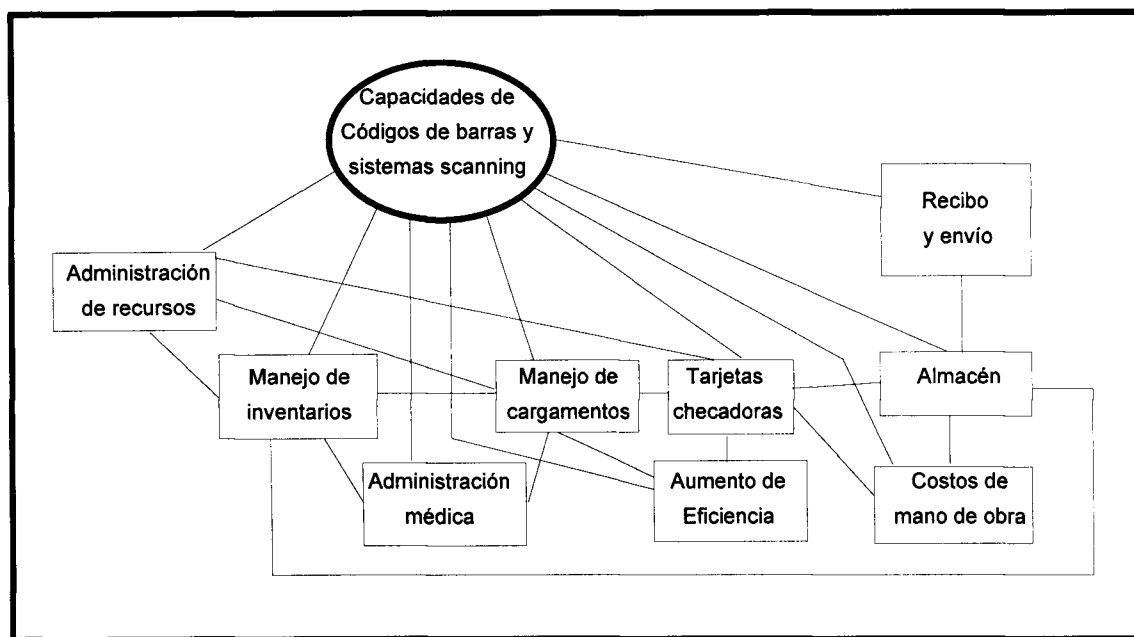


Figura 4.13. Capacidades de códigos de barras.

#### **4.5.2. Oportunidades en Sonora (específicamente en Hermosillo).**

Existe una amplia gama de aplicaciones de Código de Barras. Realmente lo único que puede detener la aplicación de esta tecnología es la imaginación humana. Se listan a continuación una serie de posibles aplicaciones y algunas de las características para la ciudad de Hermosillo (La información estadística fue obtenida de libros de estadística de INEGI y de la Cámara Nacional de Comercio, CANACO).

Estaciones de venta de gasolina. Actualmente existen en Hermosillo 39 gasolineras. Esta aplicación sería muy útil para empresas con flotillas de automóviles puesto que no se manejaría efectivo, se conocería la fecha, hora y cantidad de gasolina, la facturación sería más sencilla porque se haría automáticamente. En cuanto a la estación de gasolina, también se vería beneficiada puesto que con la utilización de códigos de barras se reduciría el número de empleados, estaría abierto las 24 horas, entre otros beneficios.

Ayuntamiento. Actualmente existen 44,748 automóviles. Control sobre multas, pago de impuestos, accidentes, historial del automóvil así como de su dueño. Se utilizaría como una excelente herramienta de control y evitaría las falsificación de papeles, placas, licencias, entre otros documentos legales.

Parques recreativos. Cuatro de mayor tamaño y volumen. Entradas y salidas controladas por códigos, accesos a juegos por medio de códigos.

Universidades. Existen 43 escuelas de nivel superior. Control de alumnos, biblioteca, identificación, etc.

CFE. Existen 142,356 medidores de energía eléctrica. Comisión Federal de Electricidad está aprovechando esta tecnología de una manera sorprendente. La utilización del *CFEMático* ha disminuido considerablemente las quejas en cuanto a atención al cliente se refiere. Se tiene oportunidad de realizar el pago cualquier día de la semana y las 24 horas del día con lo cual en la oficina central de CFE Hermosillo se ha disminuido el tiempo en cola a 5 minuto promedio en relación al tiempo anterior de 11.3 minutos, por lo que se

pueden atender otro tipo de asuntos que no sean los pagos directamente.

COAPAES. Existen 125,046 tomas domiciliarias instaladas de agua potable. Se podría dar un uso similar al de CFE. Además, se podría identificar al usuario al momento de tomar las lecturas por medio de códigos y se evitarían errores de asignación de pagos.

TELMEX. Existen 222,089 líneas telefónicas (divididas en 328 localidades del estado). Uso similar. De hecho, en los recibos ya viene impreso el código.

Talleres. 1512 Establecimientos de reparaciones y mantenimiento. Conocer el historial del automóvil o máquina.

Empresas comercializadoras de productos. 6813 unidades económicas (empresas comercializadoras), comercio al por mayor y al por menor.

Tortillerías. 123. Programas de ayuda a personas de escasos recursos, control sobre estas ayudas.

Clubes deportivos. 7. Acceso al club.

Hoteles. 41. Identificación de clientes, acceso a habitaciones y a servicios.

Tintorerías. 16. Identificación de prendas, identificación y selección del proceso a utilizar.

Aerolíneas. 5. Identificación para abordar, identificación de equipaje y su debido manejo.

La lista puede continuar, pero la idea es solo señalar aquellas áreas de oportunidad más visibles y que mejorarían considerablemente los procesos llevando esto a un mejor servicio al cliente y una mayor productividad. En el siguiente capítulo se propone una metodología de implementación de código de barras de tal manera que estas empresas puedan aprovechar para facilitarles su ingreso a esta tecnología.

# **CAPITULO 5.**

## **COMO IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CODIGO DE BARRAS.**

### **5.1. Introducción.**

Es mucho lo que se puede hablar sobre Códigos de Barras. Sin embargo, una de las cosas más importantes es analizar el proceso de su implementación en una forma estructurada de tal manera que se logren los objetivos y el éxito esperado del sistema. El propósito de este capítulo es el de señalar los pasos que se proponen para facilitar el camino hacia la implementación del sistema en las empresas. Aun cuando es útil para cualquier empresa, se considera que tendrá mayor valor para la empresa pequeña y mediana.

### **5.2. Elementos considerados en el diseño de la metodología propuesta.**

Para el diseño del proceso de implementación en una forma estructurada de códigos de barras, se consideran los siguientes elementos:

1. Revisión de artículos publicados en revistas técnicas especializadas que tratan sobre las aplicaciones de códigos de barras, analizándose sus beneficios, barreras, principales problemas, opiniones de clientes y su interacción en el sistema total.

2. Investigación de campo realizada a diferentes empresas en el Estado de Sonora sobre la aplicación de código de barras en su empresa, tomándose las experiencias proporcionadas por las personas entrevistadas. Cabe hacer notar que se tomaron también en cuenta las opiniones de empresas que aun no implementan este sistema así como la opinión de distribuidores de equipo y software requerido para la instalación de esta tecnología.

### 5.3. Metodología propuesta.

La metodología propuesta para la implementación de códigos de barras está dividida en cinco etapas tal como se muestra en la figura 5.1. La Etapa 1 consiste de 3 pasos en donde se forma el equipo de trabajo, se analiza a la empresa para ver su posición actual así como su posición futura y se buscan las áreas de oportunidad para la implementación de este sistema. La Etapa 2 se compone de 3 pasos y consiste en la evaluación de la información de la empresa, la evaluación de proveedores y el diseño del sistema. La Etapa 3 se compone de 3 pasos y va desde la selección de software y hardware hasta la puesta en marcha y validación del sistema. La Etapa 4 compuesta de un solo paso y no por eso menos importante representa el mejoramiento continuo del sistema. Finalmente la etapa 5 se refiere a la de capacitación y entrenamiento con respecto al entendimiento, aplicación, utilización e implementación adecuada de esta tecnología.

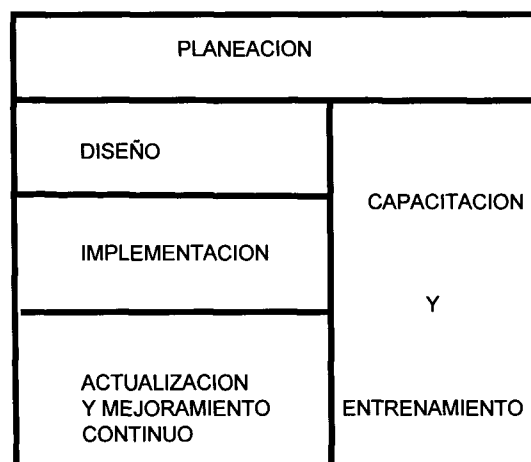


Figura 5.1. Etapas para la implementación de códigos de barras.

## **5.4. Etapas de la metodología propuesta.**

Se describen a continuación cada una de las etapas mencionadas anteriormente.

### **5.4.1. Etapa 1. Planeación.**

Esta etapa inicial es muy importante puesto que al conducirse adecuadamente, el éxito de código de barras está casi asegurado. Se proponen tres elementos a considerar.

#### **5.4.1.1. Formación del equipo de trabajo.**

Como en todos los casos, empezar un proyecto de códigos de barras no es difícil si se realizan los movimientos adecuados que darán lugar a los siguientes pasos. Una de las cosas por reconocer es que códigos de barras no son islas de información, sino que personas de diferentes departamentos a lo largo de la empresa se verán afectadas por el proyecto, de hecho, va a cambiar la forma en que las personas realizan su trabajo y toman decisiones (Collins[1994]). Es recomendable nombrar a un líder del proyecto y formar el equipo en donde se incluyan representantes de todos los departamentos y niveles. Cuando se tiene esta diversidad se tendrán diferentes perspectivas que enriquecerán la estructura y la operación del sistema y a pesar de que muchas personas no entiendan la tecnología, cada uno de ellos entiende como este sistema afecta a la operación de la empresa de tal manera que el equipo puede determinar cómo se puede aplicar el código de barras.

En la tabla 5.1. se listan los posibles miembros del equipo, el tiempo aproximado que le requerirá así como algunas actividades claves. Dependiendo de la estructura organizacional y de la industria, cada uno de esos elementos puede variar, sin embargo, es más probable que se obtenga éxito si la representación de cada una de esas áreas está presente en el equipo.

Se recomienda que el equipo visite otras empresas en donde hayan implementado exitosamente el código de barras.



Miembro del equipo	Tiempo requerido	Responsabilidad
Grte. manufactura/operaciones	1 hora/semana	Monitorear el progreso del proyecto y priorizar los datos para la toma de decisiones
Ingeniero Industrial/calidad	3-5 hr/semana	Establecer prioridades en la operación de los datos. Fijar fronteras para los datos.
Gerente/analista de sistemas de información	Mínimo 30 hr/sem. hasta la implementación	Servir como administrador del proyecto incluyendo análisis, diseño e implementación.
Personal de piso	1-2 hr/semana 2-3 personas	Proveer de la perspectiva de piso. Asistir en el análisis del sistema.

Tabla 5.1. Miembros del equipo y sus responsabilidades.

#### 5.4.1.2. Evaluación de las operaciones y los objetivos.

Este punto consiste en llevar a cabo un diagnóstico de la situación actual de la empresa para entender como esta operando la compañía y hacia donde se estará moviendo en el futuro. Cuando no se tiene una imagen completa de donde se está es muy difícil conocer a donde se quiere llegar.

Realizar una auditoría de la industria/giro de la empresa ayuda a conocer cuales son las medidas de realización fundamentales, tales como costos, servicio al cliente, etc., por donde se está moviendo la industria.

Una vez planteados los objetivos y conocido las tendencias, se puede conocer el mejor lugar para comenzar con código de barras. Como parte de este paso se debe construir un modelo del flujo de información para el futuro de la empresa. Las siguientes preguntas son buenos cuestionamientos para este paso:

¿ Como será manejada la información recolectada de los códigos de barras y cómo estará disponible para las personas que la necesiten?

¿ Qué rol tendrá esa información en el proceso de toma de decisiones en los diferentes departamentos de la compañía?

### 5.4.1.3. Identificación de aplicaciones potenciales de Código de barras.

Si el paso anterior se realiza de la manera correcta este paso será muy sencillo. Como resultado de las encuestas realizadas se obtuvo que el primer impacto que se tenga en la empresa sobre esta tecnología va a determinar el éxito y aceptación de la nueva tecnología. Si se da una mala aplicación pasará bastante tiempo antes de que se vuelva a considerar la idea.

Se debe crear un plan maestro para los usos del código en cada departamento en donde se incluyan tiempo, costo y retorno de la inversión para cada caso. Se muestra un ejemplo en la tabla 5.2.

PROYECTO	INICIO	TIEMPO DE TERMINACION
Producción scaneada automáticamente	febrero.	5 meses.
Codificación de los pallet	mayo	4 meses.
Sistema de distribución de envíos	junio	6 meses.
Canales de distribución	agosto	4 meses.
PROYECTO	COSTO	RETORNO DE LA INVERSION
Producción scaneada automáticamente	90000	12 meses.
Codificación de los pallet	75000	18 meses.
Sistema de distribución de envíos	110000	4 meses.
Canales de distribución	85000	36 meses.

Tabla 5.2. Plan maestro de calendarización de tiempos y costos.

### 5.4.2. Etapa 2. Diseño.

La fase de diseño de un programa de código de barras es el segundo punto importante para hacer del sistema una realidad. Se consideran tres pasos.

### **5.4.2.1. Evaluación de la información actual.**

Antes de empezar con el nuevo diseño, los procedimientos para obtención de información actuales deben ser revisados y evaluados correctamente. Esto ayudará para saber que información será útil y cual no, dará la oportunidad de encontrar nuevos espacios en el contenido de los datos en donde códigos de barra puedan ser adecuados. Este punto es muy importante puesto que tal vez algún tipo de información con los procedimientos anteriores no sea necesaria pero para códigos de barras sí sea de gran utilidad.

### **5.4.2.2. Evaluación de proveedores.**

En este paso es esencial que se provea de toda la información pertinente a los posibles proveedores sobre el proyecto y sobre las metas y objetivos de la empresa. Se concentra la información obtenida en la etapa 1 en los pasos 2 y 3 para proporcionarla a los proveedores. Se necesita analizar restricciones, como tiempo, costo, plataforma de los sistemas de información y requerimientos físicos.

Este contacto con proveedores es muy importante puesto que además de poseer información sobre requerimientos de hardware, software y tecnologías de comunicación para la aplicación que se desea, están familiarizados con la industria, sus estándares, tendencias y ventajas competitivas.

Es una buena práctica el que se platique con empresas en donde el proveedor seleccionado haya trabajado anteriormente para obtener mayores referencias. Algunas preguntas adecuadas en este apartado son las siguientes:

- ¿Cuál ha sido el criterio utilizado para escoger ese proveedor en particular?
- ¿Cómo se desarrolla el software y qué recursos se requieren para su mantenimiento?
- ¿El sistema es confiable?
- ¿El sistema cubre las necesidades del proceso y de la organización?
- ¿Qué tipos de análisis se realizan a los datos?
- ¿Qué información valiosa provee el sistema?

### **5.4.2.3. Diseño del sistema y equipo.**

Una vez que las especificaciones funcionales han sido modificadas y corregidas por un proveedor o proveedores, el diseño del sistema y las

especificaciones de equipo pueden obtenerse. El documento donde se presenta este paso debe incluir la siguiente información:

- La simbología seleccionada.
- El diseño de la etiqueta, en donde se incluye el mensaje, la información que puede ser leída a simple vista y el lugar de colocación de la etiqueta.
- Selección de la impresora, su localización y otros aditamentos especiales requeridos.
- Selección de los scanner.
- Diseño del software.
- Formatos para reportes.
- Requerimientos de hardware.
- El cableado requerido.
- El plan de prueba.

### **5.4.3. Etapa 3. Implementación.**

Esta etapa cubre el periodo de tiempo entre la aprobación de las especificaciones de diseño y la aceptación y puesta en marcha del sistema.

#### **5.4.3.1. Selección del hardware y software.**

En este punto es necesario reconocer que el sistema debe cubrir las necesidades actuales pero además debe ser lo suficientemente flexible para cubrir las necesidades futuras.

Gurney opina que la decisión más importante para un sistema exitoso es el software (Gurney[1992]). Desde el gerente de la planta hasta el trabajador de piso todos interactúan con el software del sistema en cierto grado por lo que éste es sin lugar a dudas un punto crítico en el desarrollo de todo el sistema. El problema radica en que si el software se debe desarrollar internamente o adquirir uno comercial. En el estudio realizado la mayoría de las empresas obtuvieron el software de su matriz o contrataron especialistas para que desarrollaran el software.

Independientemente de donde provenga el software, el diseño y contenido del mismo deberán ser del más alto grado posible. Dentro de las especificaciones se debería incluir:

1. Diccionario de datos. Contiene las definiciones de todos los flujos de datos y el contenido de todos los archivos necesitados en el sistema.

2. Acceso de archivos. Describe la forma en que los datos son obtenidos, almacenados y utilizados por el sistema.

3. Diagramas de flujo de datos. Determina las características de los recursos y tipos de información obtenida y analizada.

4. Reportes pre-definidos. Contiene información clasificada como esencial en la interpretación de los datos generados por el sistema.

Es responsabilidad de todo el equipo participar en cierto grado con el desarrollo u obtención del software así como realizar las investigaciones adecuadas para determinar el proveedor que ofrezca el mejor hardware y/o software. Se muestra en la tabla 5.3. el tipo de hardware más comúnmente usado así como sus beneficios y aplicaciones.

<b>Hardware</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Aplicaciones</b>
Terminales portátiles	Mobilidad, pueden ser preprogramas, localizable en ambientes industriales, acepta entrada de datos manuales o con lectora.	En donde los datos excedan a los recursos físicos o a restricciones de costos.
Scanners	Lectura rápida, puede ser flexible o fijo, lee en superficie curvas o irregulares	Puede ser integrado exitosamente en procesos en línea o intermitentes.
Impresoras de etiquetas de códigos de barras	No muy caras, da flexibilidad al sistema.	Controlada desde una PC con software para cualquier tipo de etiqueta

Tabla 5.3. Principales componentes de hardware con sus beneficios y aplicaciones asociados. (Discenza[1994]).

### **5.4.3.2. Instalación.**

Muchos de los puntos mencionados anteriormente se deben volver a utilizar en este punto. Una persona debe ser responsable de esta fase y se debe poner especial atención en la relación con otras personas afectadas por el nuevo

sistema, se debe planear y calendarizar cuidadosamente cada fase de la instalación y siempre tener contacto con la persona que esté dirigiendo la instalación. Es importante recordar que el éxito de este proyecto ayudará al éxito de futuros proyectos.

Antes de realizar la instalación se recomienda realizar una simulación o prueba piloto para revisar los aspectos de hardware y software. Esto dará oportunidad a que gente afectada por el proyecto vea el sistema e incluso pueda realizar algunas sugerencias valiosas.

#### **5.4.3.3. Prueba final e inicio.**

Las pruebas finales deben ser realizadas bajo las condiciones más difíciles puesto que muchos sistemas de códigos de barras trabajan muy bien bajo condiciones de carga baja, pero fallan en los momentos picos. Las pruebas deben ser lo suficientemente pesadas como para hacer que el sistema falle y de esta manera poder ver las consecuencias en el sistema total y la forma de solucionar el problema

Empezar puede tomar buen tiempo, por lo que se recomienda que durante cierto periodo de tiempo (alrededor de tres meses) se corra el sistema en paralelo con el sistema tradicional abandonando este último en forma gradual.

#### **5.4.4. Etapa 4. Actualización y mejoramiento continuo.**

Una vez que se ha hecho un intento muy grande de incrementar la productividad, la eficiencia y la exactitud con la implementación de códigos de barras, es bueno cuestionarse si el sistema puede ser mejorado. Lo más seguro es que la respuesta sea sí. Esto da cabida a un sistema de mantenimiento del sistema así como a la revisión de las operaciones para determinar nuevos niveles de realización. Es recomendable realizar esto cada tres meses. Aquí también se incluye el realizar pruebas de aseguramiento de la calidad del sistema.

#### **5.4.5. Etapa 5. Capacitación y entrenamiento.**

De todas la etapas, tal vez con la que menos se trabaje sea con ésta. Desafortunadamente si se es negligente en este aspecto puede ser un factor muy fuerte para el fracaso del sistema. Como se muestra en la figura 5.1. esta etapa empieza desde la etapa 2 y deberá continuar hasta el final del proyecto.

El entrenamiento puede cubrir a gerentes, supervisores y operadores puesto que, a excepción de la aplicación de códigos de barras en los supermercados, realmente es una nueva tecnología para todos en la empresa.

### 5.5. Componentes de la implementación de Código de Barras.

En un estudio realizado por Labrenz hace notar que en el campo de la manufactura, tal vez ningún desarrollo técnico ha mostrado tan gran potencial para mejorar la eficiencia y la efectividad como la identificación electrónica utilizando código de barras (Labrenz[1990]). No solo en la fábrica se puede mejorar la eficiencia y la productividad con el uso de código de barras, sino que sus beneficios pueden ir más allá incluyendo empresas de servicio, hospitales, empresas de paquetería, boletos para parques de diversiones, distribución de productos, etc.

Es necesario asegurarse que la implementación de código de barras realmente sea exitosa en la organización y se puedan obtener sus beneficios. Dentro de las etapas que se mencionaron anteriormente existen tres componentes que si se trabajan adecuadamente se logrará una exitosa implementación del sistema. Estos tres componentes son el equipo de trabajo, el software y el proceso.

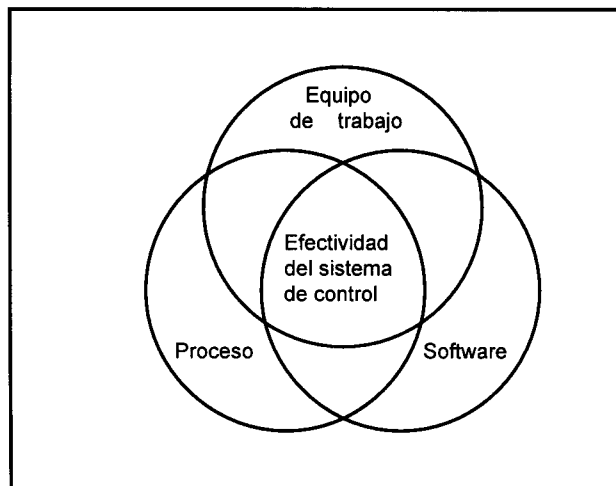


Figura 5.2. Los principales componentes para la implementación de código de barras.

Ya se ha mencionado la importancia y el lugar que ocupa cada uno de ellos en las etapas propuestas, nada más cabe mencionar que cuando los miembros del equipo analizan el proceso, es necesario realizar diagramas de flujo de proceso para identificar dónde se pudieran encontrar datos o dónde podrían ser generados. Al analizar el proceso es posible encontrar pasos críticos del proceso o cuellos de botella, muchos de los cuales la gente que realiza las operaciones ya los conocen y ellos los pueden identificar más rápido que los miembros del equipo que está haciendo el análisis, por lo que es importante la cooperación de este tipo de gente.

Es pues, un sistema exitoso de código de barras el resultado de varios componente importantes que deben ser evaluados cuidadosamente y entre los cuales figuran como principales el equipo de trabajo, el software y los procesos.

Es importante recordar que un sistema de código de barras es una herramienta administrativa y que la gente en piso va a usar este sistema en la medida en que vea como la gerencia responde a la información generada y cuando los resultados del sistema realmente hagan más fácil su trabajo. Adquirir etiquetas de código de barras y el hardware de lectura realmente es simple. La obtención completa de los beneficios que la tecnología ofrece requiere mucho más cuidado y atención debiéndose poner mucho énfasis en los principios de trabajo en equipo, diseño excelente de software así como en la simplicidad del sistema. El éxito del sistema podrá únicamente ser medido y valorado por las personas a quien afecte el sistema .



# **CAPITULO 6.**

## **RESUMEN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA INVESTIGACION FUTURA.**

### **6.1. Resumen de resultados.**

Esta sección tiene como propósito presentar los resultados de la investigación, los cuales se enuncian a continuación:

1. Resultados de la investigación bibliográfica (Capítulo 2 y 3).
2. Aplicabilidad de la tecnología de código de barras en la empresa sonoreNSE y sus áreas de oportunidad (Capítulo 4).
3. Metodología propuesta para facilitar el camino hacia la implementación de códigos de barras en las empresas (Capítulo 6).

#### **6.1.1. Resultados de la investigación bibliográfica.**

En base a la investigación bibliográfica realizada se presentan los siguientes resultados:

1. Las empresas tienen que moverse hacia el logro de características de empresas de clase mundial.

2. La simplificación y la automatización son dos técnicas que permitirán el logro de metas mundiales.
3. Existen muchas técnicas y herramientas muy efectivas y que han mostrado su beneficio en la industria. Algunas de ellas son muy caras pero el costo-beneficio reditúa la inversión en ellas.
4. Dentro de la manufactura, al utilizar técnicas como CIM, FMS, CNC, etc, la identificación automática juega un papel muy importante y pieza clave para el funcionamiento de todo el sistema.
5. La identificación automática tiene amplias ventajas con respecto a la identificación manual. El margen de error es considerablemente menor con identificación automática que con identificación manual.
6. No nada más la automatización e identificación automática se presenta en la fábrica puesto que dentro de los almacenes y centros de distribución se necesita de estas herramientas.No es posible el manejo de un almacén o centro de distribución con técnicas arcaicas de manejo de materiales.
7. El manejo de materiales debe ser muy fluido y para lograrlo se debe hacer uso de software y hardware acorde a las necesidades del ambiente dinámico mundial.
8. Existen muchas técnicas de identificación pero la que más se presenta en las empresas por sus características inigualables es la tecnología de códigos de barras.
9. Dentro de códigos de barras existe una gama muy amplia de simbologías, pero la que ha predominado es la simbología EAN/UPC. México maneja este tipo de simbología. Entre una y otra no existe ninguna ventaja, solo se toma como identificación el tipo de industria a la que va dirigida y las ventajas en cuanto a hardware disponibles.

### **6.1.2. Aplicabilidad de la tecnología de código de barras en la empresa sonorense y sus áreas de oportunidad.**

Considerando la investigación de campo realizada se presentan los resultados obtenidos:

1. Las industrias medianas y pequeñas perciben la automatización como una estrategia propia de las grandes industrias, además de que tienen la idea de que su implementación implica inversiones fuera del alcance de sus presupuestos.
2. A pesar del punto anterior, existe un fuerte interés por conocer y buscar la manera de aplicar nuevas tecnologías en sus empresas.
3. Muchas empresas, generalmente las pequeñas y medianas creen que los sistemas de códigos de barras son de uso exclusivo para tiendas de autoservicio.
4. Generalmente cuando se piensa en invertir, no se piensa en esta tecnología, pero se admite que la utilización de máquinas CNC, robot, FMS o cualquier método de transporte no será tan eficiente sino se utiliza códigos de barras.
5. Las variables en donde más influye la utilización de códigos de barras se encuentra en reducir inventarios y tener menos devoluciones.
6. El porcentaje de utilización de esta tecnología ( 23%) muestra un área de oportunidad enorme para los que deseen trabajar en la difusión e implementación de esta tecnología.
7. A pesar de los problemas económicos y de las barreras para implementar código de barras, existen empresas en la localidad en donde su justificación es inminente. Cuentan con soporte tecnológico y la disposición para mejorar sus procesos.
8. En la investigación bibliográfica se menciona que el retorno a la inversión para la tecnología de códigos de barras es muy rápido y en una de las empresas mencionadas se corrobora ese punto.
9. Existen muchas áreas de oportunidad para implementar este sistema.

### **6.1.3. Metodología propuesta para facilitar el camino hacia la implementación de códigos de barras en las empresas.**

Esta metodología propuesta para la implementación de códigos de barras tiene como finalidad facilitar a cualquier empresa, pero en especial a la pequeña y mediana, la implementación exitosa del sistema. Está dividida en cinco etapas. La Etapa 1 consiste de 3 pasos en donde se forma el equipo de trabajo, se analiza a la empresa para ver su posición actual así como su posición futura y se buscan las áreas de oportunidad para la implementación de este sistema. La Etapa 2 se compone de 3 pasos y consiste en la evaluación de la información de la empresa, la evaluación de proveedores y el diseño del sistema. La Etapa 3 se compone de 3 pasos y va desde la selección de software y hardware hasta la puesta en marcha y validación del sistema. La Etapa 4 compuesta de un solo paso y no por eso menos importante representa el mejoramiento continuo del sistema. Finalmente la etapa 5 se refiere a la de capacitación y entrenamiento con respecto al entendimiento, aplicación, utilización e implementación adecuada de esta tecnología.

## **6.2. Conclusiones.**

A continuación se presentan las conclusiones de este proyecto de investigación:

1. Con la tecnología en sus fases iniciales, la aplicación de códigos de barra está solo limitada por la imaginación del usuario. No importa en que negocio se esté, Códigos de Barras es casi seguro que va a estar en el futuro.
2. La empresa sonoreNSE debe buscar implementar nuevas técnicas de automatización e identificación de productos si quieren mantenerse en un nivel competitivo.
3. La ingeniería industrial no puede dejar de lado la identificación automática y los códigos de barras. La implementación de códigos de barras, lleve un trabajo previo de ingeniería industrial muy amplio.

4. Uno de los problemas que existen en México y en particular en Hermosillo con respecto a la implementación de sistemas electrónicos de información en los centros de distribución o en la fábrica es de tipo cultural, ya que existen empresas muy importantes que desde su inicio han manejado un tipo de distribución/manejo tradicional y no fácilmente aceptan el cambio hacia los sistemas modernos, ya que el beneficio es a mediano plazo.
5. En resumen, las compañías que logren balancear la alta tecnología con un toque humano, escuchando y entendiendo al consumidor, conociendo a fondo los cambios estructurales del comercio, son las empresas que disfrutarán de los beneficios de ser los líderes del mercado del mañana.

### **6.3. Recomendaciones para investigación futura.**

En base al desarrollo de esta investigación, se proponen las siguientes áreas para posible investigación futura:

1. Armar una base de datos con las industrias medianas y pequeñas y darles seguimiento en cuanto a la utilización de técnicas de identificación automática.
2. Continuar con la investigación bibliográfica de aplicaciones en diferentes industrias para seguir conociendo la evolución de esta tecnología.
3. Consolidar la metodología propuesta en varias empresas y realizar un análisis comparativo de los resultados al llevar a cabo la implementación.

# **ANEXO 1**

**ESTUDIO EN UNIBASE TECH  
HERMOSILLO SONORA.**

## ESTUDIO REALIZADO EN UNIBASE TECH. HERMOSILLO

### RESULTADOS DEL EXAMEN REALIZADO A 125 PERSONAS

9257	10194	8500	9371	8755
8761	8308	8138	9368	12150
9225	8100	10818	11912	8452
8452	8236	8589	8040	9612
12150	8330	9326	11800	9170
8755	9648	10565	8108	8130
8743	8143	9367	8374	9560
9826	8150	11435	8300	8884
9918	9750	8000	8694	9346
10760	8138	9946	8137	8653
8152	9346	8756	10720	8000
8152	9000	8120	8100	9568
9882	8308	8483	8800	12462
8508	8500	9818	9170	8108
10800	8538	9170	14507	9305
8521	8237	8751	8237	8625
8562	8200	8757	8836	11057
8151	8125	12348	8379	10571
9643	8647	9717	8033	8896
8168	8400	10800	8679	9453
8537	8967	9150	8246	9315
8954	8100	8818	8900	10548
10452	8300	8505	8100	11568
11571	8650	8884	9565	9486
8348	8030	12076	8037	8947

PROMEDIO 9203.71 / HORA

=

2.56 /SEGUNDO

SE REALIZAN 9203.71 GOLPES POR HORA  
EQUIVALENTE A 2.56 GOLPES POR SEGUNDO

EN LA SIGUIENTE HOJA SE MUESTRA EL EXAMEN TIPO QUE SE APLICA  
EN LA EMPRESA.

NUMERIC TEST AND PRACTICE EXERCISE

UNIBASE DATA ENTRY

47235 98635 09764 23703 41608 36637 18376 58952 69621  
91117 78932 30555 09832 86410 66337 20989 96709 19053  
45952 69621 38694 96325 52598 48911 23678 46578 14381  
30489 80976 24785 98181 62764 46746 77791 71010 16734  
72438 45932 58901 35631 89754 64789 53891 07891 48010  
55443 97222 70001 21456 50050 78001 11101 88787 98155  
45901 90135 22570 31545 51312 87187 54909 53524 07231  
36089 06329 70213 81034 43576 89167 09810 60066 56709  
40560 60405 54964 39811 22232 48979 47465 71789 98771  
45005 70006 06578 38906 73461 26589 18902 19587 85230  
94550 26679 59483 45973 12030 57756 17638 19799 10296  
29521 79602 96709 89609 29522 19790 89702 13125 56286  
67804 36799 26893 10786 47589 26891 07548 15843 08979  
58540 45089 63030 36089 57435 27789 99939 33993 97980  
64585 98054 03036 98053 63574 98727 93938 93938 87901  
47291 93812 57542 30982 96743 58698 89609 30145 54420  
17983 15242 89720 13125 28289 98628 89702 45017 83062  
56756 72065 28945 36781 45236 52535 63990 32568 02679  
85581 81055 76555 65810 63252 60525 43990 52386 67920  
89001 79960 81121 41165 79896 31267 28904 85216 39782



# **ANEXO 2**

## **ENCUESTA APLICADA A EMPRESAS**

**ENCUESTA:**

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Giro del negocio: \_\_\_\_\_

Facilitador: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Número de empleados: \_\_\_\_\_

Breve descripción del proceso

---

---

---

---

---

1.- Maneja algún tipo de identificación en sus productos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2.- Utiliza Código de Barras en su empresa?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta es NO vaya a la pregunta número 12

3.- En que área(s) de su empresa lo utiliza?

---

---

---

4.- Qué uso específico se le da al Código de barras en ésta(s) área(s) ?

---

---

---

5.- Hace cuanto tiempo que lo implementó?

- Menos de 6 meses
- De 6 meses a 1 año.
- 1 año
- 2 años
- Más de 2 años. Especifique \_\_\_\_\_

6.- Por medio de quién conoció este sistema de identificación ?

- Alguna compañía de códigos de barras local.
- Alguna compañía de códigos de barras nacional.
- Alguna compañía de códigos de barras internacional.
- Algún amigo o conocido.
- Otro. Especifique.

7.- Por medio de quién adquirió el equipo?

- Alguna compañía de códigos de barras local.
- Alguna compañía de códigos de barras nacional.
- Alguna compañía de códigos de barras internacional.
- Algún amigo o conocido.
- Otro. Especifique.

8.- Por medio de quién lo implementó en su compañía ?

- Alguna compañía de códigos de barras local.
- Alguna compañía de códigos de barras nacional.
- Alguna compañía de códigos de barras internacional.
- Algún amigo o conocido.
- Otro. Especifique.

9.- ¿ Qué ventajas le ha ofrecido la implementación del mismo?

- Reducción de tiempos.
- Reducción en costos.
- Mejor ambiente de trabajo.
- Mejor servicio al cliente.
- Menos devoluciones.
- Otros. Especifique. \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

10.- Cuáles han sido los principales problemas que ha tenido en :

a) su instalación

---

---

---

---

---

b) su mantenimiento

---

---

---

---

---

c) su manejo:

---

---

---

---

---

d) Otros

---

---

---

---

---

11.- Considera que el costo-beneficio en la implementación de éste sistema es favorable ?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

PASE A LA PREGUNTA 13.

12.- Cuáles son las principales razones por las que no utiliza código de barras ?

- Poca utilidad en la empresa.
  - Desconocimiento del sistema.
  - Es muy cara su implementación.
  - No lo exigen los clientes.
  - Los proveedores no lo utilizan.
  - Otros. Especifique . \_\_\_\_\_
- 
- 

13.- ¿ Cree que podría dársele algún uso práctico al código de barras en algún(as) área(s) en su empresa?

No  Sí  Especifique: \_\_\_\_\_

14.- Qué tan factible sería la implementación de esta tecnología en estas áreas ?

- Muy factible.
- No tan factible.
- No es factible la implementación.

15.- ¿ Considera que esta tecnología será necesaria en su empresa en un futuro?

Si  No

Por qué? \_\_\_\_\_

---

---

16.- ¿Que beneficios cree que le podría traer la implementación de un sistema de código de barras?

---

---

---

---

COMENTARIOS:

# **ANEXO 3**

## **CODIGOS DE PAISES**

## INDICATIVOS NACIONALES DE LA SIMBOLIZACION EAN

<b>PREFIJO</b>	<b>PAIS (ASOCIACION)</b>
00-09	USA y Canadá(UCC)
20-29	Códigos internos de establecimiento.
30-37	Francia(GENCOD)
380	Bulgaria (CCI de Bulgaria)
400-440	Alemania (CCG)
460-469	URSS (URSS CCI)
471	Taiwan (CANI)
489	Hong Kong (HKANA)
49	Japón (DCC)
50	Reino Unido, Irlanda (ANA)
520	Grecia (HELLCAN)
529	Chipre (Cámara de Comercio)
54	Bélgica/Luxemburgo (ICODIF)
560	Portugal (CODIPOR)
569	Islandia (Comité EAN Islandia)
57	Dinamarca (DANSK VAREKODE)
590	Polonia (Centro de Código de Barras de Polonia)
599	Hungría (Camara de Comercio)
600-601	Sudafrica (SAANA)
64	Finlandia (Cámara de Comercio)
690	China (Centro de Número de Artículo de China)
70	Noruega (NORSK VAREKODEFORENING)
729	Israel (ISRAEL CODING A.)

73	Suecia (Comité EAN Suecia).
740-745	Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá (ICCC)
750	México (AMECOP)
759	Venezuela(CIP)
76	Suiza (SACV)
770	Colombia (IAC)
779	Argentina (CODIGO)
780	Chile (CNC-DEPCO)
789	Brasil (ABAC)
80-83	Italia (INDICOD)
84	España (AECOC)
850	Cuba (Cámara de Comercio)
859	Checoslovaquia (CCE)
860	Yugoslavia (JANA)
87	Países Bajos (STICHTING UAC)
880	Corea del Sur (KOREA CCI)
885	Tailandia (TPNA)
888	Singapur (SANC)
90-91	Austria (EAN Austria)
93	Australia (APNA)
94	Nueva Zelanda (NZPNA)
955	Malasia (MANC)
977	Periódicos y revistas
978-979	Libros (ISBN)
98-99	Cupones



# **ANEXO 4**

## **LISTA PARCIAL DE CODIGOS DE BARRA EXISTENTES.**

## **LISTA PARCIAL DE CODIGOS EXISTENTES.**

Codabar	Código 25
Código 11	Código 16K
Código 39	Código 49
Código 93	Código 128
EAN 13	EAN 8
PDF417	Plessey Code
Postnet Code	Telepen
UPC A	UPC E
SCOPE	BCD (Binary Code Decimal)
AGES	Código B
IAN/WPC	

# **ANEXO 5**

**CODIGO EAN-13.**

El siguiente anexo muestra como obtener y utilizar los códigos de producto para el código EAN 13, el cual se utiliza generalmente en México y cuya descripción es hecha por AMECOP, organismo regulador en México.

- Las empresas dueñas de las presentaciones finales para punto de venta son quienes deben registrarse en AMECOP (generalmente corresponde a los fabricantes de los productos). Las empresas que importen o sean distribuidoras de productos deben respetar los códigos de origen, si los productos carecen de códigos deberán contactar a la empresa dueña de la presentación final para punto de venta y solicitarlos.

- Si una empresa en México desea obtener los códigos para sus productos, puede hacer el registro directamente en las oficinas de AMECOP o solicitar las formas de trámite que serán enviadas mediante mensajería especializada (contactar a AMECOP para una mayor información)

- Una vez hecho el registro, se le asignarán 8 dígitos, 3 correspondientes al país (750) y 5 correspondientes a la empresa.

- Posteriormente la empresa le asignará 4 dígitos a cada una de las diferentes presentaciones de sus productos, con posibilidades del 0000 al 9999.

- Esta clave de productos no deberá ser cambiada ni duplicada en otra presentación .

- No es necesario dar aviso a AMECOP de las claves de producto, pero sí se deberán dar de alta las diferentes claves conformadas (país, empresa, producto) a sus socios comerciales. Nota: es importante dar de baja con sus socios comerciales aquellos productos y códigos que desaparezcan del mercado en favor de una depuración constante de las bases de datos. Aquellas claves de producto ya utilizadas deberán permanecer sin uso, por lo menos 3 años después de su último envío.

- Finalmente el dígito verificador podrá ser calculado manualmente, o será calculado directamente por el proveedor de película maestra. Cualquier máquina que haga etiquetas o película maestra calcula automáticamente el dígito verificador.

## PRINCIPIOS Y REGLAS GENERALES DE LA CODIFICACION DE PRODUCTOS:

La definición de las reglas necesarias para codificar los productos corresponde a cada Autoridad Nacional y se basan en los siguientes principios generales:

- Todos los códigos de fabricante asignados por la Asociación correspondiente, tendrán en las primeras posiciones el prefijo EAN de 2 o 3 dígitos que ha sido atribuido por EAN a dicha Asociación.
- El producto que se identifica es la unidad de consumo. Se entiende como tal, la unidad que se presenta al consumidor en el punto de venta y que constituye una unidad de compra para el mismo. Cualquier variación que se efectúe en un producto (formato,color,envase,presentación, etc.) que modifique alguna o varias de las características esenciales del mismo, implica necesariamente un cambio de identificación. Como principio general, las variantes promocionales, la agrupación de varias unidades de consumo individuales y los lotes de varias unidades deben llevar distintos códigos.
- El fabricante que cambie alguna de las características esenciales de su producto y que, por lo tanto, cambie el código que lo identifica, debe comunicar, con anticipación suficiente, dicho cambio con el fin de que el destinatario tenga conocimiento de la modificación.
- El fabricante debe codificar la unidad de expedición.
- La identificación de un artículo es numérica y debe adaptarse al formato de la estructura internacional (EAN-13 y EAN-8)
- Los dos formatos EAN-13 y EAN-8 para identificar productos deben considerarse independientes.
- El plazo mínimo para utilizar de nuevo el código que identifica a un producto desaparecido es de 3 años, contados a partir del día siguiente del último envío que efectúa el fabricante. Este plazo es de un año para productos en promoción cuya permanencia en el mercado es de 8 semanas como máximo.
- Una vez comercializado un producto con un código, éste no puede ser cambiado durante la vida comercial de dicho producto.

Fuente: Manual AMECOP

# **ANEXO 6**

**CENTROS DE TRABAJO,  
OPERACIONES, RUTEOS,  
CLASIFICACION DE PARTES  
Y  
LISTADO DE PARTES.**

## Work Center Listing

28/11/96 5:45:45 PM

WC	Description	Ratio	Count Point?	Count Point Heading
01	Sierra Multiple	1.000	No	Ancho
02	Guillotina	1.000	No	Largo
03	Cepillo	1.000	No	Cepillado
04	Espigadora	1.000	No	Espiga
05	Trompo de 3 cabezas	1.000	No	Trompo
06	Trompo 1 Cabeza	1.000	No	Trompo 1 C
07	Router	1.000	No	Rebajado
08	Lijado Maquina	1.000	No	Lijado Maq
09	Canteo Puertas	1.000	No	Canteo Pue
10	Dpto. Lijado/Resanado	1.000	Yes	Lijado
11	Relijado	1.000	No	Relijado
12	Embisagrado	1.000	No	Embisagrad
13	Prensa Radiofrecuencia (Panel)	1.000	No	Pegado
14	Ensamble Puertas (sargentos)	1.000	Yes	Pegado
15	Ensamble Final	1.000	Yes	Ensamble F
16	Sierra Circular de Mesa	1.000	No	Cortado
17	Ensamble Pegado de Marcos	1.000	Yes	Ensamble P
18	Escoplo	1.000	No	Escoplo
19	Bodega Maderas	1.000	Yes	Bodega Mad
20	Sierra Circular Chica	1.000	No	S Cir Chic
21	Pintado y sellado aut-robot	1.000	No	Pintado
22	Canteo para Marco	1.000	No	Canteado
23	Pintado Manual	1.000	No	Pintado Ma
24	Lijado Banda	1.000	No	Lijado Ban
25	Trompo Lijador	1.000	No	Trompo Lij
26	Taladro de banco	1.000	No	Taladro de
27	Trompo Chico	1.000	No	Trompo Chi
28	Lijado Manual	1.000	No	Lijado Man
29	Sierra Radial	1.000	No	Sierra Rad
30	Sierra Larga 1	1.000	No	Sierra Lar
31	Sierra Larga 2	1.000	No	Sierra Lar
32	Empaque	1.000	Yes	Empaque
33	Lijado Manual	1.000	No	Lijado Man
34	Tapado de Cantos	1.000	No	Tapado
35	Torno	1.000	No	Torno
36	Prensa Hidráulica (patas)	1.000	No	Pegado
37	Prensa Neumática (Puertas)	1.000	No	Pegado
38	Túnel de secado	1.000	Yes	Secado
39	Pegado de Moldura con Techo	1.000	No	Pegado de
40	Oficina	1.000	No	Oficina

# Operation Listing

28/11/96 5:47:33 PM

Op#	Description	Labor/Description	WC/Description
0001	Selección de Madera	002 Operario Maquina	19 Bodega Maderas
0002	Corte a lo largo	002 Operario Maquina	01 Sierra Multiple
0003	Corte a lo ancho	002 Operario Maquina	02 Guillotina
0004	Cepillar largueros marcos	002 Operario Maquina	03 Cepillo
0005	Acanalar y moldear	002 Operario Maquina	05 Trompo de 3 cabezas
0006	Rebaje en la cara inversa	002 Operario Maquina	06 Trompo 1 Cabeza
0007	Cantear larguero marco	002 Operario Maquina	22 Canteo para Marco
0008	Cantear tablas del panel	002 Operario Maquina	09 Canteo Puertas
0009	Pegar Panel	002 Operario Maquina	13 Prensa Radiofrecuencia (Pane
0010	Cepillar panel	002 Operario Maquina	03 Cepillo
0011	Lijar panel	002 Operario Maquina	08 Lijado Maquina
0012	Corte Panel a lo Ancho	002 Operario Maquina	16 Sierra Circular de Mesa
0013	Corte Panel a lo Largo	002 Operario Maquina	16 Sierra Circular de Mesa
0014	Frizo frontal panel	002 Operario Maquina	06 Trompo 1 Cabeza
0015	Frizo Posterior Panel	002 Operario Maquina	06 Trompo 1 Cabeza
0016	Lijar Frizo frontal panel	002 Operario Maquina	08 Lijado Maquina
0017	Lijar Frizo Posterior Panel	002 Operario Maquina	08 Lijado Maquina
0018	Ensamble Puerta	002 Operario Maquina	14 Ensamble Puertas (sargentos)
0019	Lijar la puerta completa	002 Operario Maquina	08 Lijado Maquina
0020	Escuadrar la puerta	002 Operario Maquina	09 Canteo Puertas
0021	Molduras exteriores puerta	002 Operario Maquina	05 Trompo de 3 cabezas
0023	Espigado	002 Operario Maquina	04 Espigadora
0024	Caja	002 Operario Maquina	18 Escoplo
0025	Armar marco	002 Operario Maquina	17 Ensamble Pegado de Marcos
0026	Lijado manual marco	002 Operario Maquina	33 Lijado Manual
0027	Router manual ambos lados	002 Operario Maquina	07 Router
0028	Router manual para video y TV	002 Operario Maquina	07 Router
0029	Cortar a 15' patas	002 Operario Maquina	02 Guillotina
0030	Cantear patas	002 Operario Maquina	09 Canteo Puertas
0031	Pegar tablitas de patas	002 Operario Maquina	37 Prensa Neumática (Puertas)
0032	Cepillar patas	002 Operario Maquina	03 Cepillo
0033	Pegar 7 o 6 patas	002 Operario Maquina	36 Prensa Hidráulica (patas)
0034	Escuadrar patas en canteadora	002 Operario Maquina	09 Canteo Puertas
0035	Cortar esquinas	002 Operario Maquina	20 Sierra Circular Chica
0036	Cortar extremos a 15'	002 Operario Maquina	29 Sierra Radial
0037	Centrar para tornear	002 Operario Maquina	35 Torno
0038	Tornear	002 Operario Maquina	35 Torno
0039	Lijar patas en Torno	002 Operario Maquina	35 Torno
0040	Cortar patas	002 Operario Maquina	29 Sierra Radial
0041	Lijar patas	002 Operario Maquina	33 Lijado Manual
0042	Redondear con router	002 Operario Maquina	07 Router



Op#	Description	Labor/Description	WC/Description
0043	Perforar patas	002 Operario Maquina	26 Taladro de banco
0044	Cepillado moldura	002 Operario Maquina	03 Cepillo
0045	Lijado en máquina	002 Operario Maquina	08 Lijado Maquina
0046	Moldear	002 Operario Maquina	06 Trompo 1 Cabeza
0047	Cortar techo	002 Operario Maquina	16 Sierra Circular de Mesa
0048	Rebajar techo	002 Operario Maquina	27 Trompo Chico
0049	Pegar moldura	002 Operario Maquina	39 Pegado de Moldura con Tech
0050	Cortar entrepaño movable	002 Operario Maquina	16 Sierra Circular de Mesa
0051	Poner tapacanto	002 Operario Maquina	34 Tapado de Cantos
0052	Cortar sobrante con router	002 Operario Maquina	07 Router
0053	Cortar entrepaño deslizable	002 Operario Maquina	16 Sierra Circular de Mesa
0054	Perforar	002 Operario Maquina	07 Router
0055	Cepillar peinazo/cruceta marco	002 Operario Maquina	03 Cepillo
0056	Cantear peinazo/cruceta marco	002 Operario Maquina	03 Cepillo
0057	Escuadrar panel cajón	002 Operario Maquina	09 Canteo Puertas
0058	Cepillar panel cajón	002 Operario Maquina	03 Cepillo
0059	Ensamble caja cajón	002 Operario Maquina	28 Lijado Manual
0060	Cortar costados	002 Operario Maquina	16 Sierra Circular de Mesa
0061	Acanalar costados	002 Operario Maquina	06 Trompo 1 Cabeza
0062	Rebajar orilla	002 Operario Maquina	07 Router
0063	Entintado	002 Operario Maquina	23 Pintado Manual
0064	Sellado	002 Operario Maquina	21 Pintado y sellado aut-robot
0065	Relijado	002 Operario Maquina	11 Relijado
0066	Laca	002 Operario Maquina	21 Pintado y sellado aut-robot
0067	Seleccionar piezas	002 Operario Maquina	15 Ensamble Final
0068	Armar	002 Operario Maquina	15 Ensamble Final
0069	Embisagrado	002 Operario Maquina	12 Embisagrado
0070	Colocar accesorios	002 Operario Maquina	12 Embisagrado
0071	Empaque	002 Operario Maquina	32 Empaque
0072	Cortar trasfrente	002 Operario Maquina	16 Sierra Circular de Mesa
0073	Cepillar peinazo y/o larguero	002 Operario Maquina	03 Cepillo
0074	Espigar Peinazo	002 Operario Maquina	05 Trompo de 3 cabezas
0081	Lijado\resanado (lote)	002 Operario Maquina	10 Dpto. Lijado/Resanado
0082	Acomodar el Lote para lijado	002 Operario Maquina	10 Dpto. Lijado/Resanado
0083	Cepillar soportes	002 Operario Maquina	03 Cepillo
0084	Lijado manual soportes	002 Operario Maquina	33 Lijado Manual
0085	Cortar aglomerado/triplay	002 Operario Maquina	16 Sierra Circular de Mesa
0086	Pegar soporte	002 Operario Maquina	15 Ensamble Final
0087	Hacer catedral peinazo	002 Operario Maquina	30 Sierra Larga 1
0088	Colocar vista entrepaño des.	002 Operario Maquina	34 Tapado de Cantos
0089	Corte a 45°	002 Operario Maquina	20 Sierra Circular Chica
0090	Rebaje 4 esquinas molduras	002 Operario Maquina	07 Router
0091	Cortar molduras	002 Operario Maquina	02 Guillotina

<b>Op#</b>	<b>Description</b>	<b>Labor/Description</b>	<b>WC/Description</b>
0092	Acanalado cajón	002 Operario Maquina	27 Trompo Chico
0093	Amachambre cajón	002 Operario Maquina	07 Router
			<b>Total # of operations: 86</b>

---

---

## Routing

---

---

28/11/96 5:48:36 PM

Routing: 0001 Larguero Puerta

Op#	W.C.	Description	Std Hrs	Code	Rate	Total	O.H. Ratio	O.H.
0073	03	Cepillar peinazo y/o larguero	0.0030	002	0.825	0.002	1.000	0.002
0005	05	Acanalar y moldear	0.0800	002	0.825	0.066	1.000	0.066
<b>Grand Total:</b>			0.0830			0.068		0.068

---

---

**Routing**

---

---

28/11/96 6:01:33 PM

Routing: 0002 Peinazo Puerta

Op#	W.C.	Description	Std Hrs	Code	Rate	Total	O.H. Ratio	O.H.
0073	03	Cepillar peinazo y/o larguero	0.0010	002	0.825	0.001	1.000	0.001
0074	05	Espigar Peinazo	0.0130	002	0.825	0.011	1.000	0.011
0005	05	Acanalar y moldear	0.0320	002	0.825	0.026	1.000	0.026
<b>Grand Total:</b>			0.0460			0.038		0.038

---

---

## Routing

---

---

28/11/96 6:00:18 PM

Routing: 0004 Ensamble de Puerta

Op#	W.C.	Description	Std Hrs	Code	Rate	Total	O.H. Ratio	O.H.
0018	14	Ensamble Puerta	0.1050	002	0.825	0.087	1.000	0.087
0019	08	Lijar la puerta completa	0.0180	002	0.825	0.015	1.000	0.015
0020	09	Escuadrar la puerta	0.0120	002	0.825	0.010	1.000	0.010
0021	05	Molduras exteriores puerta	0.0580	002	0.825	0.048	1.000	0.048
0006	06	Rebaje en la cara inversa	0.0083	002	0.825	0.007	1.000	0.007
<b>Grand Total:</b>			0.2013			0.166		0.166

---

---

**Routing**

---

---

28/11/96 5:59:42 PM

Routing: 0005 Pintura

Op#	W.C.	Description	Std Hrs	Code	Rate	Total	O.H. Ratio	O.H.
0063	23	Entintado	3.4400	002	0.825	2.838	1.000	2.838
0064	21	Sellado	0.0750	002	0.825	0.062	1.000	0.062
0065	11	Relijado	1.5000	002	0.825	1.237	1.000	1.237
0066	21	Laca	0.0750	002	0.825	0.062	1.000	0.062
<b>Grand Total:</b>			5.0900			4.199		4.199

**Production Schedule - Item Detail**

ID	Item#	Description	Planned Quantity	To Date Quantity	Routing	Planned Hours	Remaining Hours	Absorption Value
----	-------	-------------	---------------------	---------------------	---------	------------------	--------------------	---------------------

**Schedule for Work Center:**

<b>Completion Date:</b>	<b>Production Order No:</b>	<b>Master Production Order No:</b>	<b>Sales Order No:</b>
-------------------------	-----------------------------	------------------------------------	------------------------

**Totals for Order:**

<b>Totals for Work Center:</b>	<b>For:</b>
--------------------------------	-------------

**Production Schedule - Item Detail**

ID	Item#	Description	Planned Quantity	To Date Quantity	Routing	Planned Hours	Remaining Hours	Absorption Value
----	-------	-------------	------------------	------------------	---------	---------------	-----------------	------------------

**Schedule for Work Center:**

Completion Date:                      Production Order No:                      Master Production Order No:                      Sales Order No:

**Totals for Order:**

Totals for Work Center:                      For:



# **BIBLIOGRAFIA**

Adams, R.; "Code 39 Specification", [www.adams1.com/pub/russadam/39code](http://www.adams1.com/pub/russadam/39code); 1995.

Adams, R.; "Code 128 Specification", [www.adams1.com/pub/russadam/39code](http://www.adams1.com/pub/russadam/39code); 1995.

AMECOP. "Manual de Normas de Codificación E.A.N. México", Segunda edición 1993.

AMECOP. Asociación Mexicana del Código de Producto. Sus estándares. pp. 10-11. 1994.

Bar Code Success. "How to Manage a Bar Code Project". Computer Identics.

Benavides, R.; "¿Cómo implementar un Centro de Distribución?", Revista de la Asociación Mexicana del Código de Producto, pp.44-47, Diciembre 1994.

Bitman, A. y Lippman, P., "Bar Coding: Taking Giant Strides in Small Steps". Pearl Worlwide Industries. Inc. 1996.

Burke, H. E., "Handbook of bar Coding Systems. Under the aegis of the Data Pathing Systms Division/NCR Corporation". Van Nostrand Reinhold Company. 1984

Chase,R. y Aquilano, N.; "Production and Operations Management". Irwin. Seventh Edition. 1995.

Chartier, A. W. "Spotlight on education". Industrial Distribution. November 15 1992.

Cohen, E., "Reading Between the Lines", Journal of Accounting, pp. 59-61, August 1994.

Collin, D. J., "Using Bar Code. Why it's taking over". Data Capture Institute. Second Edition.1994.

Dmytrenko, A., "Everything You Wanted to Know About 'Bar Coding' but Were afraid to Ask". Records Management Quarterly, pp 54-55, January 1995.

Erdei, G., "Código de Barras: Diseño, impresión y control de calidad". McGraw Hill. 1991.

Faxon. "Bar Code Symbologies"; [www.faxon.com](http://www.faxon.com), 15-Jun-1995.

- Firth, R., "Steps to successfully installing a warehouse Management System", Industrial Engineering, pp.34-36, February 1995.
- Goldratt, E.; "La Meta". Segunda edición corregida. Ediciones Castillo. 1993.
- Groover, M.P., "Automation, Production Systems and Computer-aided Manufacturing", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1980.
- Gunn, T. "Manufacturing for competitive advantage". Bellinger Publishing Co. 1987.
- Gurney y Discenza."Facilitating shop-floor bar coding implementation: A do-it-yourself approach for small firms. Production and Inventory Management Journal. Fourth Quarter. pp. 1-4. 1992.
- Heim, J. A. "Removing Barriers to World-Class Manufacturing". Manufacturing Review, vol 5, no. 4, December 1992.
- InterPort Corporation. "MPC Trakker, User's Guide". 1996.
- Izard, G.; "El futuro del sistema EAN y sus tecnologías"; Revista de la Asociación Mexicana del Código de Producto, pp.12-14, Agosto 1994.
- Jasso, F. J., "Modelo integral de manufactura para apoyo a la mediana y pequeña industria del estado de Jalisco". Tesis. ITESM Campus Monterrey. Verano 1993.
- "Kanban. Just-in-Time at Toyota". Japan Management Association. Productivity Press. 1986.
- Labrenz, D., "Data collection and Acquisition. Managing Automation 5. no 10. pp. 44-46 , October 1990.
- Levary, R. R., "Programable Automation in Manufacturing Systems", Management of Technology, pp. 21, 1994.
- Levary, R. R., "Enhancing Competitive Advantage in Today's Fast Changing Manufacturing Environment", Industrial Engineering, pp. 29-30, December 1992.
- Lippman, P.; "Bar Codes: An Introduction. Case Studies an Application Papers". Pearl Worldwide Industries, Inc. , pp. 1-2, June 1996.
- Martell, J. ; "Life-Saving Symbology". ID Systems 13, no 5, 1993.

- McDermott, K. y Kamisetty, K.V.; "Developing An FMS Using IE Tools And Principles", Industrial Engineering, pp.28-29, December 1991.
- Mikula, J.; "Introduction To Bar Code Symbology"; [www.tharo.com/tharo/barcode](http://www.tharo.com/tharo/barcode); ISIT, pp. 1-3, June 28, 1996.
- Morris, A.; "The Faxon Bar Code Resource guide for Publishers and Librarians"; [www.faxon.com](http://www.faxon.com); 20-jun-1995
- Morris, T., "Analysing the Code", [www.tekotago.ac.nz](http://www.tekotago.ac.nz), 1996.
- Niebel, B. y Draper, A.; "Modern Manufacturing Process Engineering"; McGraw-Hill Publishing Company. 1989.
- Olson, D. R.; "Seven Trends of Highly Effective Warehouses", Industrial Engineering, pp.12-13, February 1996.
- Papke, B.; "Flex: Something for everyone", Production, pp. 50, August 1992.
- Parfett, M.; "What is EDI?. A guide to Electronic Data Interchange". NCC Blackwell. Second Edition. 1992.
- Ross, D. F.; "Aligning the Organization for World-Class Manufacturing". Production and Inventory Management Journal. Second Quarter, 1992.
- Schonberger, R. J.; "World Class Manufacturing", The Free Press, New York, 1986.
- Schonberger, R. J.; "Manufactura de Clase Mundial", Grupo editorial Norma. 1994.
- Schroeder, R.; "Administración de operaciones", McGraw Hill, 1994.
- Schultheis, R. y Summer, M.; "Management Information Systems. The Manager's View", Irwin, second Edition. 1992
- - - - ; "Selecting the best bar code printer", Industrial Engineering, pp. 9, November 1996.
- Soltis, J.; "Automatic Identification Systems: Strengths, Weaknesses, and Future Trends", Industrial Engineering, pp. 55-56, November 1985.
- Stec, S.; "Information Please: What are some Applications of Car Coding Technology?". Managent Accounting 69, no 1. pp 53. Julio 1987.

Steudel, H. J. ; "Manufacturing in the Nineties, How to Become a Mean, Lean, World-Class Competitor". New York, Competitive Manufacturing Series. 1992.

- - - - ; "The In's and Out's of Distribution Saving". *Automatic Data Collection Management*, pp 8-10.

Trunk, C. ; "Using Bar Codes for Warehouse Control". Material Handling Engineering. pp 48-50., September 1994.

Valeri, M. y McCampbell, A. S. ; "Improve Your logistical program with Automation: An Industry Outlook"; Production and inventory Management Journal; pp. 75-79, Fourth Quarter, 1994.

Whiting, J. ; "Barcodes FAQ"; [www.adams1.com/azalea@igc.apc.org](http://www.adams1.com/azalea@igc.apc.org) ; 1995.

- - - - ; "World-Class Manufacturing 1993". Fotocopias. S/D

Zald, R. ; "Using Flexibility To Justify Robotics Automation Cost"; Management of Technology; pp. 8, December 1994.

