



2  
2 y'  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
"ACATLAN"

"PROYECTO DE UN  
LABORATORIO DE COMPUTO"

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADAS EN MATEMATICAS  
APLICADAS Y COMPUTACION  
P R E S E N T A N  
CONCEPCION CARDOSO MARTINEZ  
ANGELICA DEL ROCIO LOZANO CUEVAS



Santa Cruz Acatlán, Estado de México

1989

TESIS CON  
PAGA DE...

OCT. 30 1989



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

Página

<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>1. COMPUTACION Y EDUCACION</b>	
1.1 Desarrollo Histórico de las Computadoras	3
1.2 La Computación en las Escuelas	9
1.2.1 La Computación Educativa	9
1.2.2 La Computación Educativa en México	12
1.2.3 Dificultades de la Revolución Educativa en México	14
1.3 Sistema Computacional Educativo	16
1.3.1 Importancia de los Sistemas	16
1.3.2 Conceptos Generales de Sistemas	16
1.3.3 Descripción del Sistema	17
<b>2. MUESTREO</b>	
2.1 Introducción	21
2.2 Definición de la Población	21
2.3 Determinación de los Parámetros a Estimar	24
2.4 Diseño de la Encuesta por Muestreo	25
2.4.1 Elección del Tipo de Muestreo	25
2.4.2 Determinación del Tamaño de la Muestra	29
2.4.3 Selección de la Muestra Aleatoria Simple para cada uno de los Estratos	33
2.5 Diseño y Aplicación del Cuestionario	35
2.6 Análisis de la Información	41
2.6.1 Estimación de Parámetros	41
2.6.2 Pruebas de Hipótesis	57
2.6.3 Interpretación de Resultados	68
<b>3. ANALISIS DE MERCADO</b>	
3.1 Adquisición de Bienes y Servicios Informáticos	80
3.2 Investigación de las Ofertas de Equipo	81
3.2.1 Empresas Líderes	81
3.2.2 Tipos de Computadoras	82
3.2.3 Tipos de Impresoras	90
3.3 Evaluación de Alternativas	91
3.3.1 Metodología para la Evaluación de las Alternativas Bajo Certeza	91
3.3.2 Análisis de las Alternativas	93
3.3.3 Selección de Impresoras	111
3.3.4 Modelo de Programación Entera	113
3.3.5 Selección del Software	117
3.4 Consideraciones Financieras en la Adquisición de Equipo	119
3.4.1 Tipos de Contratos	119
3.4.2 Características Propias de los Contratos en México	122
3.4.3 Evaluación Económica de los Contratos	124

	Página
<b>4. ADMINISTRACION DEL LABORATORIO</b>	
4.1 Administración del Proyecto de Implantación	144
4.1.1 Red de Actividades	144
4.1.2 Aplicación del PERT	147
4.2 Proceso Administrativo	156
4.2.1 Introducción	156
4.2.2 Etapas del Proceso	157
4.3 Simulación del Laboratorio	167
4.3.1 Modelado	167
4.3.2 Preparación de Datos	170
4.3.3 Traducción del Modelo	180
4.3.4 Planeación Táctica	181
4.3.5 Validación y Análisis	189
<b>CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS</b>	196
<b>ANEXO A</b>	198
<b>ANEXO B</b>	206
<b>ANEXO C</b>	231
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	243

## INTRODUCCION

Debido al auge que está teniendo actualmente la computación en el País, y sobre todo al interés que cada día se hace más patente en las instituciones educativas por elevar su nivel académico mediante el aprovechamiento de la tecnología moderna que se está extendiendo a todas las actividades, se pretende encontrar un "modelo" que satisfaga en forma óptima las necesidades de cómputo de las escuelas (privadas) a nivel básico, medio básico y medio superior; que se encuentran ubicadas en la zona que comprende parte de los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla y Atizapán, en el Estado de México.

Para conseguir este propósito se realiza el presente proyecto, el cual se encuentra dividido en cuatro capítulos.

El Capítulo I comprende tres aspectos fundamentales. El primero contempla un breve resumen de lo que ha sido el desarrollo histórico de las computadoras, desde sus inicios hasta lo que serán las computadoras de la Quinta Generación. El segundo trata sobre las repercusiones que ha tenido la introducción de la Computación en el proceso educativo, especialmente en México. Por último, se hace una relación entre los conceptos generales de sistemas y el sistema que se estudia; describiendo los elementos que intervienen en este sistema, así como las interrelaciones entre ellos.

El Capítulo II se divide en dos partes importantes. La primera parte tiene como fin hacer una extensa investigación sobre los recursos y requerimientos de cómputo del problema en cuestión; para llevar a cabo este objetivo se utiliza el Método de Muestreo Estratificado, por considerarlo el más apropiado para este caso de estudio. La finalidad de la segunda parte es hacer un análisis de toda la información recabada del sistema, empleando para esto Técnicas Estadísticas tales como: Estimación de Parámetros y Pruebas de Hipótesis.

En el Capítulo III se hace una amplia investigación sobre las ofertas de equipo de cómputo existentes en el mercado nacional, es decir, se hace un análisis detallado sobre las principales ofertas con el objeto de seleccionar el equipo óptimo; utilizando para ello Análisis de Decisiones. Y además, para poder determinar el volumen necesario de equipo, se plantea este problema como un Problema de Programación Entera. Por otra parte, se analizan los diferentes tipos de contratos para la adquisición de equipo de cómputo, con el objeto de determinar cual de ellos es el más conveniente, haciendo una evaluación económica de los mismos. En esta evaluación se aplica el Método del Valor Presente Neto a cada uno de los contratos y se obtiene el costo del contrato, así como la utilidad del proyecto.

En el Capítulo IV se tratan tres aspectos fundamentales a saber: Primero se especifica la secuencia, forma de realización y tiempo esperado de duración de las actividades necesarias para llevar a cabo el Proyecto de Implantación del Laboratorio de Cómputo, así mismo se determina el tiempo esperado de duración de este último mediante la Técnica PERT. Posteriormente se hace una descripción del Proceso Administrativo, donde se señalan los principales objetivos que se desean alcanzar al tener un Laboratorio de Cómputo, así mismo se consideran las políticas y los elementos necesarios para el logro de ellos. Por último se hace la creación de un "modelo" que represente un Laboratorio de Cómputo (experimental), a partir del cual se hace una simulación (en lenguaje "C"), para entender su comportamiento; y por medio de Técnicas Estadísticas se valida el modelo.

## C A P I T U L O   I

### COMPUTACION Y EDUCACION

#### 1.1 Desarrollo histórico de las computadoras

Las primeras operaciones aritméticas que el hombre realizó, tales como sumas y restas muy sencillas, pudieron llevarse a cabo con la ayuda de pequeñas piedras, varas y sus propios dedos. Sin embargo cuando las cantidades aumentaron, el hombre empezó a buscar nuevas técnicas para poder realizar sus operaciones de comercio, trabajo, etc. Así, de este modo alrededor del año 2600 a.c. se inventó en China, el ábaco y su uso pasó rápidamente a otros países como Grecia y Egipto.

El ábaco agrupa varias hileras de cuentas que se deslizan en alambres montados en un marco rectangular, pudiendo llevarse a cabo operaciones de suma, resta, multiplicación y división. Se puede argumentar que el ábaco no es una computadora en el sentido actual, ya que le faltan muchas de las características de una computadora moderna. Pero desde el punto de vista de que es un aparato para manipular información, constituye una forma de computadora.

El desarrollo social, artesanal y comercial que alcanzó Europa en el siglo XVII, condicionó la aparición de la primera máquina capaz de efectuar el cálculo automático.

En 1614, John Napier, desarrolló las Tablas de Logaritmos, por medio de un sistema tabular de números con los que es posible simplificar muchos de los cálculos aritméticos. Utilizando estas tablas de logaritmos, las operaciones de multiplicación y división se reducen a sumas y restas respectivamente. El descubrimiento de los logaritmos condujo a William Oughtred a inventar la Regla de Cálculo (1632).

En 1642, Blaise Pascal construyó la primera máquina de sumar mecánica. En ésta, los números del 0 al 9 estaban colocados en ruedas giratorias, estas ruedas representaban unidades, decenas, centenas y las subsiguientes divisiones estaban situadas una al lado de otra de modo semejante a las varillas del ábaco. La invención de Pascal fue una revolución considerable y la utilización de engranes continuó hasta que apareció el calculador electrónico.

En 1671, Gottfried Wilhelm Leibniz proyectó una máquina calculadora para poder realizar automáticamente los cálculos de las Tablas Trigonométricas y Astronómicas, la

cual utilizaba piñones dentados de varias longitudes. De esta manera, se efectuaban mecánicamente las multiplicaciones y divisiones bajo la forma de sumas y restas repetidas.

El desarrollo de todas las ciencias que se registra en los siglos XVII y XVIII, aporta múltiples invenciones y proyectos de medios mecánicos para realizar cálculos con mayor rapidez, sin embargo quedan limitados ya que la técnica de estos tiempos no se encontraba en condiciones de producir en serie las piezas de gran precisión, necesarias para el funcionamiento de las máquinas.

Sólo después de la Revolución Industrial (siglo XIX), con el perfeccionamiento de las técnicas mecánicas y productivas, se hace posible realizar y producir en serie diversos instrumentos. Al mismo tiempo, gracias al desarrollo del comercio y de la sociedad bancaria, aumenta en gran rapidez el interés hacia las máquinas calculadoras.

En 1801, Joseph M. Jacquard construyó la primera máquina de tarjetas perforadas, diseñada por él para tejer difíciles diseños de telas. En su telar automático, que revolucionó la industria textil, el tejido lo dirigía una tarjeta, las perforaciones de la tarjeta proporcionaban las instrucciones que controlaban la selección de hilos y de los mismos diseños.

En 1812, Charles Babbage inventa una "máquina diferencial" que puede realizar automáticamente cálculos científicos y astronómicos. Diez años más tarde finaliza el proyecto de una "máquina analítica", que combina por primera vez la idea de la tarjeta perforada con aquella de las ruedas de acarreo automático. Desafortunadamente no tuvo éxito en sus proyectos, sin embargo, el aspecto más revolucionario es, sin duda, el esquema general de la máquina, parecido a lo que actualmente identificamos como procesadores electrónicos.

En 1840, George Boole desarrolló una "álgebra lógica" y demostró que los planteos y combinaciones podrían reducirse a sencillas proposiciones conectadas con las palabras "y", "o", etc. Este trabajo es parte integral del control de los modernos ordenadores.

En 1887, León Bolée construye la primera máquina capaz de efectuar la multiplicación directa y no a través de sumas repetidas. El mecanismo multiplicador está constituido por una serie de plaquitas metálicas en las que están fijadas 9 líneas y 9 columnas de pernos de largos desiguales.



En 1887, Herman Hollerith, quien era estadístico de la oficina de censos de los Estados Unidos, observó que en 1886 todavía no se terminaba con el censo de 1880 y que con el equipo que contaban no estaría terminado para 1890, año en que debía iniciarse el nuevo censo. Hollerith pensó en la mecanización y se familiarizó con los trabajos efectuados por Jacquard en los telares.

El se dió cuenta que para la mayoría de las preguntas planteadas la respuesta era 'sí o no', lo cual podía ser representado en una tarjeta como la presencia o ausencia de perforación en dicha tarjeta, así mismo, una cantidad numérica podría representarse a través de la posición que ocupase la perforación en las columnas de la tarjeta. Así experimentó en la clasificación y recuento en el censo de 1890, utilizando la electricidad como parte de su mecanismo, obteniendo gran éxito; de modo que 1896 estableció una compañía de máquinas tabuladoras para desarrollar máquinas y venderlas.

En 1892, Otto Steiger proyecta la "millonaria", que es una máquina calculadora con multiplicación directa basada en el principio de Bolée. La multiplicación de cada cifra se realiza mediante una vuelta de una manivela.

En 1899, William G. Burroughs, inventa una máquina calculadora de multiplicación directa, que se vuelve popular en todo el mundo, introduciéndose en las oficinas como un instrumento eficaz para acelerar la contabilidad.

A principios de este siglo el enorme progreso de la técnica permite llevar a cabo, en gran escala, los proyectos que se habían acumulado en siglos anteriores, formando un considerable patrimonio de ideas.

De 1900 a 1936, las máquinas de tarjetas perforadas son modificadas y perfeccionadas y, sobre todo, se hacen más veloces.

En 1937 Howard Aiken construyó junto con la corporación IBM, una calculadora automática y de control de secuencias llamadas Mark I. Esta era una máquina electromecánica formada por partes del equipo IBM; utilizaba relevadores y estaba controlada por una cinta de papel perforado. Con la Mark I, concluye un importantísimo capítulo en la historia del cálculo aritmético; realiza el sueño de matemáticos y científicos y completa el ciclo de búsqueda iniciado tres siglos antes por el joven Pascal.

La primera máquina que utilizó tubos electrónicos al vacío para hacer cálculos fue la ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer); desarrollada entre 1942 y 1946 en la Universidad de Pensylvania por J. Presper Eckert, John W. Mauchly y Herman H. Goldstine. Se empleó

para ejecutar, además de cálculos balísticos para los dispositivos de tiro, otros trabajos científicos que van desde el estudio de los rayos cósmicos hasta la investigación sobre energía atómica.

Posteriormente se tiene la UNIVAC (Universal Automatic Computer), fabricada y diseñada por Sperry Rand Corporation, se considera el primer paso hacia el procesamiento de datos completamente automático. Fue una de las primeras máquinas que utilizaron la cinta magnética como mecanismo de entrada y de salida de información.

Por el rápido avance en el desarrollo de las computadoras, éstas se clasifican en generaciones:

#### COMPUTADORAS DE PRIMERA GENERACION

Entrada al mercado:	1950 aproximadamente.
Aplicación principal:	Instrumento de cálculo.
Tecnología utilizada:	Tubos de vacío, Memoria de cilindro magnético.
Unidades periféricas:	Lectoras y perforadoras de tarjetas y cinta de papel, equipo unitario, etc.
Sistema operativo:	No existía.
Lenguajes de programación:	Lenguaje de máquina, ensambladores primitivos.
Alfabeto:	Númerico.
Administración:	Trivial, no se requería.
Aspectos cuantitativos:	Memoria central 1000 a 3000 palabras. Proceso $10^4$ ops/seg. Precio 100000 a 2.5 millones EE.UU.
Modelos típicos:	IBM-650, Bendix-G15, Univac-SS90, Bull-PT, IBM-709.

#### COMPUTADORAS DE LA SEGUNDA GENERACION

Entrada al mercado:	1960 aproximadamente.
Aplicaciones principales:	Proceso de datos, Instrumento de cálculo.
Tecnología utilizadas:	Transistores y ferritas.
Unidades periféricas:	Lectoras y perforadoras de tarjetas, impresoras y cintas magnéticas.
Sistema operativo:	Rudimentario, controla periféricos, inicia y termina tareas.
Lenguajes de Programación:	Ensambladores y primeros compiladores (FORTRAN, ALGOL).
Alfabeto:	Números y letras, algunos caracteres especiales.
Facilidades adicionales:	Existencia de bibliotecas.
Administración:	Primitiva, planeación de producción con procesos masivos.
Aspectos cuantitativos:	MC 8000 a 32000 palabras.

**Modelos típicos:**

Procesadores  $10^5$  ops/seg.  
 Precio  $10^6$  a  $10^7$  EE.UU.  
 CDC-160, IBM-7090, IBM-1401,  
 Burroughs 5500, RCA-305, Bendix G20, CDC-3600, CEC-6600.

**COMPUTADORAS DE LA TERCERA GENERACION**

<b>Entrada al mercado:</b>	Aprox. entre 1968 y 1970.
<b>Aplicaciones principales:</b>	Sistemas de información.
<b>Tecnología utilizada:</b>	Circuitos integrados (LSI) y memoria de películas magnéticas.
<b>Unidades periféricas:</b>	Cintas y discos magnéticos, terminales de video y teletipos.
<b>Arquitecturas:</b>	Multiprogramación, multiproceso, sistemas de interrupción, optimización de código.
<b>Lenguajes y facilidades de programación:</b>	Lenguajes de alto nivel, PL, COBOL, bases de datos (DBMS).
<b>Alfabeto:</b>	Números, letras y caracteres especiales.
<b>Sistema operativo:</b>	Manejo de discos, multiproceso, memoria dinámica, memoria virtual, etc.
<b>Facilidades adicionales:</b>	Edición y prueba interactiva de programas.
<b>Administración:</b>	Compleja y especializada.
<b>Aspectos cuantitativos:</b>	MC 64 a 256 K palabras. Procesador $10^6$ ops/seg. M. secundaria $10^9$ caracteres. Precios $5 \times 10^6$ a $10^7$ EE.UU.
<b>Modelos típicos:</b>	IBM-360, Burroughs 6700, PDP 10, PDP 11, Univac 1106, CYBER 170.

**COMPUTADORAS DE LA CUARTA GENERACION**

<b>Entrada al mercado:</b>	Entre 1977 y 1981.
<b>Aplicaciones principales:</b>	Sistemas de comunicación, sistemas de información para negocios pequeños, uso personal.
<b>Tecnologías utilizadas:</b>	Microelectrónica VLSI, memorias- <i>mos</i> (metal oxide silicates).
<b>Unidades periféricas:</b>	Terminales inteligentes, discos y cintas magnéticas, equipos de graficación, lectores ópticos y digitalizadores.
<b>Arquitecturas:</b>	Proceso distribuido, uso de microprocesadores.
<b>Lenguajes y facilidades de programación:</b>	Bases de datos distribuidas, lenguajes interactivos, descriptivos y gráficos.
<b>Alfabeto:</b>	Irrestringido, mayúsculas y minúsculas.

núsculas, símbolos matemáticos, alfabeto árabe, japonés, etc.

**Sistema operativo:** Proceso sin interrupción, comunicación entre máquinas, rutinas de recuperación, etc.

**Facilidades adicionales:** Metaprocesadores, correo electrónico, manejadores de texto

**Administración:** Muy simple para equipos personales. Muy complejo para redes de proceso distribuido.

**Aspectos cuantitativos:** MC 64 K a  $10^7$  caracteres. Procesadores  $10^7$  ops/seg. M. secundaria  $10^6$  caracteres. Precios  $10^3$  a  $10^6$  EE.UU.

**Modelos típicos grandes:** IBM-4330, Burroughs B6900, 7900, Univac 1100.

**Modelos típicos medianos:** Prime 550, MP 3100 VAX.

**Modelos típicos pequeños:** Apple, TR80, IBM-PC.\*†

Este gran desarrollo científico logrado en las últimas décadas, ha traído como consecuencia que en la actualidad no sólo los científicos hagan uso de las computadoras, sino que también la gente común las utilice como herramienta diaria en sus actividades.

Si continúa esta tendencia en el desarrollo científico, se espera que en el futuro los costos de las computadoras sigan disminuyendo; sean más confiables; más fáciles de operar; y se utilicen en forma masiva.

Se espera que las Computadoras de la Quinta Generación se desarrollen en la década de los noventa, en los países altamente industrializados, especialmente en Japón, que dice: "sus ordenadores serán capaces de aprender, asociar, hacer deducciones, tomar decisiones, hablar varios idiomas en lenguaje natural, manejar imágenes, realizar inferencias simbólicas y comportarse de un modo, hasta hoy exclusivo de los humanos".\*\*

\* Revista "Ciencia y Desarrollo" Pags. 22-29 (Referencia Bibliográfica:33).

\*\* Revista "Información Científica y Tecnológica" Pags. 19-22 (Referencia Bibliográfica:44).

† Para mayor información sobre las computadoras, ver el Anexo A.

"Los avances en cuanto al entendimiento de cómo funciona el cerebro humano en torno a la tecnología digital, permiten afirmar que el diseño de neurocomputadoras será factible en breve".§

Por lo tanto, el futuro de la civilización descansará en la comunicación entre la máquina y el hombre.

## 1.2 La computación en las Escuelas

### 1.2.1 La Computación Educativa

La computadora es el mejor instrumento para manejar la información. Quien controla la información, puede controlar la sociedad, por lo cual, en un futuro no muy lejano existirá gran diferencia entre aquellos que dispongan y puedan utilizar la información, y quienes no tengan los conocimientos necesarios para usarla; el uso efectivo de la computadora será el que marque tal diferencia. Además de que esta herramienta prácticamente se utiliza en todas las disciplinas del quehacer humano.

Es indispensable que los planteles educativos, vayan acordes con el avance tecnológico, y empleen aquellos medios que ayuden en la misión del proceso enseñanza-aprendizaje.

En años anteriores, la computación había tenido un desarrollo restringido, debido principalmente al elevado costo del equipo de cómputo. Pero con el surgimiento de las microcomputadoras, los planteles educativos tienen una nueva perspectiva para elevar el potencial académico de los alumnos, ya que ahora se puede conseguir equipo de cómputo de fácil manejo y a menor costo.

Sin embargo la introducción de la computadora a las Escuelas ha tenido cierta oposición; en primer lugar, el maestro teme ser desplazado por la computadora; y en segundo lugar, se piensa que la computadora bloqueará la creatividad del alumno.

---

§ Revista "Data Processing Digest" Pags. 11-12 (Referencia Bibliográfica: 57).

Estas afirmaciones son falsas, ya que la computadora, en lugar de desplazar al maestro, realzará el papel que éste tiene, propiciando mayor interacción con el alumno; además, la computadora no hará menos creativo al educando, sino por el contrario, le permitirá desarrollar su creatividad, imaginación, interés y por supuesto tendrá un papel activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La computación es un nuevo recurso con que cuenta la didáctica dentro del proceso educativo.

Como la computadora tiene la ventaja de ser interactiva, permite facilitar dicho aprendizaje, mejorando consecuentemente la calidad de la enseñanza; es un elemento motivador adecuado a muchas situaciones, y es aquí donde el profesor será el encargado de elegir el software apropiado a cada situación. Los maestros, no necesariamente requieren conocer el funcionamiento interno de la computadora, sino más bien, deben saber como hacerla funcionar.

El uso de la computación dentro del proceso educativo puede presentarse de diversas maneras.

Pero éstas, por sus características se pueden agrupar en dos formas básicas:

1. La Computación como Soporte Educativo

a) Enfoque Tutorial

En este caso, el papel de la computadora será: dirigir el proceso de enseñanza, es decir, se comporta como un asesor individual del alumno, quien aprende mediante el método de prueba y error.

b) Simulación

El uso de la simulación permite al alumno interrelacionarse con situaciones peligrosas, caras o que esten fuera de su alcance (para otro tipo de situaciones es mejor la experimentación directa), esto es, la simulación facilita la experimentación; haciendo que el alumno formule teorías, tome decisiones y conozca inmediatamente sus consecuencias.

c) La Enseñanza por Computadora

Esta forma de utilizar la computadora, consiste en la ayuda que ésta brinda a la enseñanza, es decir, la computadora crea situaciones adecuadas para el mejor entendimiento de los temas que se deseen

aprender. El papel del maestro, en este caso, se concentrará básicamente en enseñar sólo los conceptos.

- d) Como Herramienta en la Educación  
La computadora funciona como un medio para hacer más fácil y rápido: las tareas, trabajos, etc. Bajo este contexto se le asigna al alumno más tiempo para pensar y menos para hacer procesos repetitivos (la computadora se encargará de ello).

El soporte a la educación puede ser en: Matemáticas, Física, Química, Geografía, Lingüística, etc.

## 2.2 La Computación como Materia

En este caso, el alumno es quien enseña a la computadora, esto lo hace mediante programas que el mismo ha desarrollado. Para llevar a cabo esta enseñanza, es necesario que el alumno tenga una idea clara de lo que quiere ejecutar en la computadora, es decir, tiene que comprender el problema, plantearlo, y programar adecuadamente a la computadora para que ésta lo resuelva.

Los principales rasgos de esta forma son:

### El alumno:

- Debe conocer algún lenguaje de programación
- Puede expresar sus ideas.
- Puede resolver problemas de: Matemáticas, Física, Química, etc.
- Debe encontrar los errores de sus programas por sí mismo.
- Si comparte una computadora, debe discutir sobre como resolver un problema; este proceso, promueve el aprendizaje.

### El maestro:

- Debe ayudar a poner en claro las ideas de los alumnos.
- No debe resolver los problemas de los alumnos.
- Debe sugerir maneras para la solución de problemas.

Los Lenguajes más generalizados dentro de la educación son: LOGO, BASIC Y PASCAL.

LOGO Lenguaje creado para permitir el acceso natural del alumno a la inteligencia

cia artificial; es un medio para profundizar en los procesos de aprendizaje.

**BASIC** El más popular de los lenguajes. Nació como una herramienta para la enseñanza. Sus principales características son:

- Lenguaje estructurado.
- Calidad de graficación.
- Calidad en los mensajes de error.
- Facilidad conceptual.

**PASCAL** Es un lenguaje muy adecuado para generar programas comprensibles y claros; ello se debe a su característica de lenguaje estructurado que obliga a la definición previa de todos los parámetros a utilizar.

El software empleado ya sea como soporte o como materia, debe presentar: gráficas, color, animación, sonido, etc. para despertar más el interés en el discípulo.

El uso de la computadora en la educación, permite al alumno jugar y aprender al mismo tiempo, pero no debe llegar al extremo de utilizar juegos (sobre todo bélicos) disfrazados de material educativo.

Con la llegada de la computación a la educación, se hace necesario una reestructuración rápida en los planes de estudio. Esta modificación sería básicamente en:

- Los objetivos del Plan de Estudios.
- Los temas del Plan de Estudios.
- Los métodos de enseñanza.

### 1.2.2 La Computación Educativa en México

Dentro de los países que conforman el Tercer Mundo, América Latina se encuentra en mejores condiciones para el desarrollo de la Revolución Educativa. Por su industrialización y nivel educacional, México tendrá éxito si es capaz de utilizar sus recursos en forma eficiente.

Las principales consecuencias de la Revolución Educativa son:

- \* El empleo efectivo de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.



- \* El uso creativo de la computadora, por los alumnos, en la resolución de sus problemas.
- \* El mejoramiento del nivel educativo por medio de la computación.

Además, la computadora permite a aquellos alumnos superdotados, avanzar de acuerdo a su propio talento, evitando de esta manera su fastidio; "Las computadoras también son útiles para estimular el desarrollo intelectual y afectivo de niños con trastornos de aprendizaje, sordera, parálisis cerebral, alteraciones de la personalidad, y debilidad mental".\*

En México existen varios proyectos relacionados con la computación educativa, entre los cuales se pueden citar:

- Computación para todos los niños  
Proyecto realizado por la Academia de Investigación Científica, cuyo objetivo principal es: que todos los niños tengan acceso a las computadoras (no sólo los que posean recursos económicos para ello). Sus características son:
  - a) Uso de la computadora como herramienta en el aprendizaje de otras materias.
  - b) Enseñanza de lenguajes y paquetes ( LOGO, BASIC, Base de datos, hoja de cálculo, manejo de textos, etc.).
  - c) Servicio gratuito.
  - d) Cobertura Nacional a través del Museo Tecnológico de la C.F.E., y las bibliotecas públicas.
- Apoyo y Asesoría en la Educación  
Proyecto realizado por la Organización para la Rehabilitación por Medio del Trabajo; su objetivo es mejorar la calidad de la educación desde los niveles elementales, utilizando la computadora. Sus características son:
  - a) Desarrollo de software educativo.
  - b) Elaboración de algoritmos por los alumnos (utilizando LOGO).
  - c) Asesoría técnica a escuelas en la adquisición de equipo, instalación, soporte, cursos etc.
  - d) Se lleva a cabo en la zona Metropolitana.

- **Proyecto Galileo (Educación para el Siglo XXI)**  
Este es realizado por la Fundación Arturo Rosenbluth para el Avance de la Ciencia A. C. Su objetivo es incorporar la computadora como una herramienta que sirva al niño de apoyo en la adquisición de sus conocimientos. Sus características son:
  - a) Uso de la computadora como soporte educativo
  - b) Enseñar lenguajes para resolver los problemas que se les planteen a los niños (BASIC, LOGO).
  - c) Servicio a primarias.
  - d) Se lleva a cabo en algunos estados de la República y en el D.F.
  
- **Micro-SEP**  
Proyecto realizado por la SEP, cuyo objetivo es la introducción de la computación como apoyo didáctico en la enseñanza. Sus características son:
  - a) Uso de la computadora como soporte educativo
  - b) Enseñanza de lenguaje BASIC.
  - c) Cobertura Nacional, a nivel secundaria, y en escuelas del Sistema de Educación Tecnológica.

Existen otros proyectos similares tanto en sus objetivos como en sus características, por ejemplo:

- **Computación Infantil**  
Proyecto realizado por la Dirección general de Servicio de Cómputo Académico de la UNAM.
- **Chispalleros**  
Proyecto desarrollado por Innovación y Comunicación, S.A. de C. V.

También hay otros proyectos que se han originado en el extranjero, pero que se están adaptando a nuestro país, ejemplo de ello son: Plan Informático Educativo de Cospa (España); Proyecto de la British Broadcasting Corporation (Inglaterra).

Además, hay en el mercado una serie de cursos de computación (ya sea como soporte o como materia) sin reconocimiento oficial y con costos muy elevados.

### 1.2.3 Dificultades de la Revolución Educativa en México

Para el mejor desarrollo de los proyectos antes mencionados, es primordial hacer un cambio en el Plan Nacional de Educación, porque de lo contrario, sólo los alumnos con altos recursos económicos tendrán acceso al uso de la computación, haciendo de ella una educación elitista.

Por otra parte, la Revolución Educativa se enfrenta a varios problemas a saber:

- \* Resistencia de los maestros al uso de la computadora en la educación. Una medida pertinente para solucionar este problema sería formar profesionales que orienten a los alumnos en el campo de la computación. En nuestro país a este aspecto no se le ha dado importancia, pero mientras se da el cambio, es imperioso que la computación se dé fuera de las escuelas.
- \* Falta de personal capacitado para elaborar software educativo. Actualmente en el mercado existe un bajo porcentaje de programas destinados a la educación, y los que hay no se ajustan a nuestras necesidades. Por lo tanto es conveniente que los maestros en coordinación con los psicólogos, pedagogos, profesionales de la computación, etc. se avoquen a elaborar programas cuya función principal consista en aprovecharlos como material didáctico.
- \* Escasez de recursos. Para la introducción de la computación en la educación se requiere de fuertes inversiones, principalmente en la adquisición de equipo. Este problema es factor determinante en los proyectos públicos, para que no se lleven a cabo, porque falta apoyo económico por parte del gobierno, quien toma decisiones políticas haciendo caso omiso de las necesidades reales de la educación. Los pocos proyectos que se llegan a realizar tienen un servicio muy limitado en relación con la demanda que se requiere.

La solución a este problema es muy difícil de encontrar, ya que en primera instancia en estos momentos nos encontramos en medio de una fuerte crisis económica; y en segunda, existen otras prioridades (salud, alimentación, educación, etc.) en el propio país. Una recomendación para poder minimizar el problema sería, adquirir tecnología que llaman chatarra al menor costo, y que al mismo tiempo satisfaga las necesidades primarias de computación, extrayendo el máximo provecho posible.

En proyectos privados, la escasez de recursos no representa un serio problema, ya que con el sólo hecho de aumentar las colegiaturas pronto recuperan su inversión (distribuyendo el costo entre muchos alumnos). El problema es para los padres de familia, quienes son los que tienen

que pagar la nueva tecnología educativa. Consecuentemente, en las escuelas particulares si es posible introducir la computación a la educación. Es por ello que se ha avocado por hacer un estudio sobre la computación educativa en las escuelas privadas, restringiendo el mismo a una zona del Estado de México.

### 1.3 Sistema Computacional Educativo

#### 1.3.1 Importancia de los Sistemas

A partir de la Segunda Guerra Mundial, el estudio de los sistemas ha adquirido suma importancia y sus aplicaciones han venido en aumento en proporción casi fenomenal.

El objeto del estudio de los sistemas es crear modelos abstractos de situaciones reales, de tal manera que al resolver el modelo se encuentre la solución del propio problema, lo cual resulta más sencillo.

Las fases del estudio de los sistemas son las siguientes:

- a) Definición del problema.
- b) Recopilación de datos cuantificables.
- c) Creación del modelo.
- d) Resolución y verificación del modelo.
- e) Interpretación de resultados.

#### 1.3.2 Conceptos Generales de Sistemas

- \* **Definición:**  
Una forma adecuada de definir un sistema es como "un conjunto de partes interrelacionadas entre sí para alcanzar un fin común".
- \* **Objetivo:**  
El objetivo del sistema es el fin que se pretende alcanzar.
- \* **Medio ambiente:**  
El medio ambiente del sistema lo forman las partes exógenas, es decir, todo aquello que no puede ser controlado, sin embargo influye en la obtención de los objetivos de éste.
- \* **Recursos:**  
Los recursos conforman la parte endógena del sistema, los cuales pueden ser cambiados y utilizados para el logro de sus objetivos.

- \* **Componentes:**  
Los componentes (misiones) del sistema son las tareas que se deben realizar, generando de esta manera una serie de actividades interrelacionadas dentro del propio sistema.
- \* **Metas:**  
La meta del sistema es encontrar las componentes, cuya medida de actuación se relacione con la medida de actuación del sistema en general.
- \* **Administración:**  
La administración del sistema tiene como fin dictaminar las metas de los componentes, así mismo distribuir los recursos y dirigir la forma de actuación del sistema como totalidad.

### 1.3.3 Descripción del Sistema

El sistema que se plantea está representado por el conjunto de escuelas privadas a nivel primaria, secundaria y preparatoria (nivel básico, medio básico y medio superior), que se encuentran localizadas en la zona representada en la fig. 1.1 que comprende parte de los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla y Atizapán, en el Estado de México.

El objetivo de este proyecto es encontrar la forma óptima de satisfacer las necesidades de cómputo en la zona antes mencionada, es decir, en el sistema.

El medio ambiente que afecta directamente al sistema está constituido principalmente por:

- El avance tecnológico actual.
- La devaluación del peso frente al dólar.
- La inflación.
- Las Reformas Educativas.

Los recursos con los que cuenta el sistema pueden ser de tres tipos:

#### 12 Financieros:

- Fondo de Ahorro de la Sociedad de Padres de Familia.
- Fondo de Ahorro de la Escuela.
- Colegiatura extra por impartir clases de computación.
- Prestamos Bancarios.
- Otros (donativos, percepciones extras por cumplimiento de pago, etc.).

#### 22 Materiales:

- Area disponible tanto para el laboratorio de cómputo como para las clases de computación.

## MAPA DE LOS MUNICIPIOS DE NAUCALPAN, TLALNEPANTLA Y ATIZAPAN

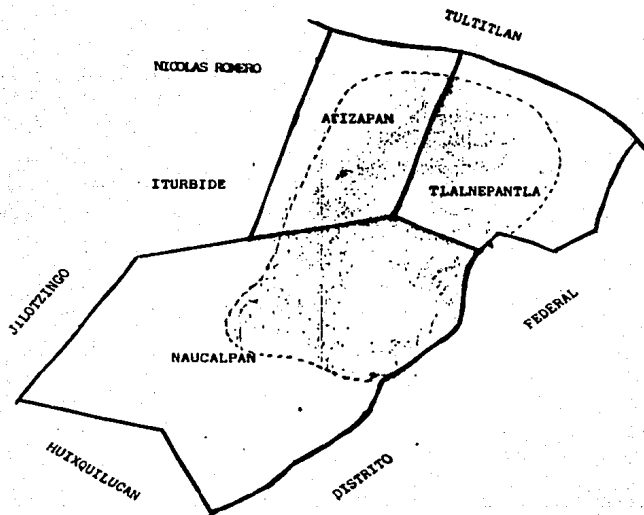


Figura 1.1

- Las computadoras existentes.
- Software disponible.
- Instalaciones eléctricas (luz, cableado, aire acondicionado, transformadores, etc.).
- Utillería en general (módulos, mesas, sillas, pizarrones, etc.).

### 39 Humanos:

- Personal docente y administrativo.
- Personal de vigilancia e intendencia.
- Representantes de la Sociedad de Padres de Familia.

Las misiones que se desempeñan dentro del sistema pueden ser:

- a) Enseñar a los alumnos de acuerdo a cada nivel escolar, por medio de diferentes asignaturas tales como: pedagógicas, didácticas, sociales, artísticas, morales, deportivas, etc.
- b) Inculcar formación social, es decir, infundir a los alumnos el respeto, promover los buenos hábitos y fomentar las buenas actitudes.
- c) Motivar a todo el personal que ejerce dentro del sistema; ya sean alumnos, profesores, trabajadores, directivos, etc.; por medio de incentivos, trabajos de investigación, cursos especiales, etc.
- d) Coordinar cada una de las actividades que se realizan en el sistema para lograr un buen funcionamiento.
- e) Planear en forma ordenada todo lo referente a los programas escolares de acuerdo al plan de estudios vigente.
- f) Buscar la superación académica tanto de los profesores como de los alumnos.
- g) Vigilar el buen desempeño de las tareas que realizan todos y cada uno de los que laboran en el sistema.

Todas estas misiones se llevan a cabo dentro del sistema con el objeto de elevar el nivel académico y lograr un prestigio dentro de la sociedad.

Dentro del contexto de la Administración se realizan las siguientes actividades:

- Prever la demanda originada por alumnos que deseen ingresar, así como los recursos materiales y humanos que se requerirán para satisfacer esa demanda en forma óptima.
- Planear las misiones (funciones) que el sistema debe llevar a cabo, así como el momento en que deben ejecutarse; de tal manera que se logren los objetivos del sistema a corto, mediano y largo plazo.
- Organizar la forma en que deben ejecutarse las misiones del sistema; estructurar al personal de tal forma que pueda realizar las funciones satisfactoriamente; establecer el lugar donde se va a ejecutar cada función.
- Integrar u obtener los recursos materiales y humanos con el objeto de conseguir lo que se ha planeado. Por ejemplo adquisición de equipo de cómputo.
- Dirigir al personal del sistema para que realmente realice las funciones y utilice los recursos materiales como ha sido planeado.
- Controlar el sistema, es decir, verificar si los resultados obtenidos son los que se esperaban, ya sea en forma total o parcial; para así poder modificar o realizar los planes de acción que cumplan efectivamente con los objetivos propuestos.



## CAPITULO II

### MUESTREO

#### 2.1 Introducción

Para llevar a cabo la investigación de los recursos materiales, humanos y financieros con los que cuenta cada centro educativo para implantar un Laboratorio de Cómputo, se decidió emplear el Método de Muestreo; dado que permite conseguir con mayor rapidez y exactitud la información.

Por lo tanto, los pasos a seguir para obtener la información requerida son:

- 1.- Elegir la muestra de modo que sea representativa de la población.
- 2.- Obtener la información de la muestra mediante la aplicación de la encuesta.
- 3.- Inferir acerca de la población muestreada ( estimación de parámetros ).

#### 2.2 Definición de la Población

La población objetivo es aquella sobre la cual se desea obtener información, y está representada por el conjunto de escuelas privadas a nivel primaria, secundaria y preparatoria en la zona representada en Fig. 1.1 que comprende parte de los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla y Atizapán, en el Estado de México.

La población muestral es aquella de la cual se elige la muestra, y en este caso de estudio se tomarán en cuenta 122 planteles, en los cuales se imparten uno o más niveles de enseñanza.

Aquí, las unidades de muestreo están definidas por cada uno de los 122 centros educativos, ya que estos cubren la totalidad de la población y no se traslapan, es decir, que a cada elemento de la población o centro educativo le corresponde una y solamente una unidad de muestreo.

El marco es la lista de unidades de muestreo, y está constituido por:

<u>ESCUELA</u>	<u>MUNICIPIO</u>
1 ABC	Naucalpan
2 Academia Maddox	Naucalpan
3 Agustín de Hipona	Atizapán

4	Alexander	Atizapán
5	Alexander Von Humbolt	Naucalpan
6	Amado Nervo	Atizapán
7	Ambroise Pare	Tlalnepantla
8	Americano de Echegaray	Naucalpan
9	Anglo Francés Juana de Asbaje	Atizapán
10	Anne Sullivan	Naucalpan
11	Arnold L. Gessel	Naucalpan
12	Baden Powell	Atizapán
13	Benavente	Tlalnepantla
14	Bertha Von Glümer	Naucalpan
15	Británica América	Naucalpan
16	Calli	Atizapán
17	Carol Baur	Naucalpan
18	C.E.E.M.	Tlalnepantla
19	Centro de Est. Tec. del Angel	Naucalpan
20	Centro Educ. Integral de México	Tlalnepantla
21	Centro Educ. Sandel	Naucalpan
22	Centro Esc. de Mejoramiento Social	Tlalnepantla
23	Centro Esc. de México	Tlalnepantla
24	Centro Esc. del Paseo	Naucalpan
25	Centro Esc. México Moderno	Naucalpan
26	Centro Evolutivo Tajin	Naucalpan
27	Centro Univer. Atizapán	Atizapán
28	Centro Univer. Emilio Cárdenas	Tlalnepantla
29	Centro Univer. Hispano Americano	Naucalpan
30	Centro Univer. Ibero Americano	Atizapán
31	Cibalám	Naucalpan
32	Citlalli	Naucalpan
33	Ciudad Cumbres	Naucalpan
34	Colegio Americano	Naucalpan
35	Colegio Cristobal Colón	Naucalpan
36	Colegio Estefanía Castañeda	Atizapán
37	Colegio Fátima	Naucalpan
38	Colegio Indo Americano	Tlalnepantla
39	Colegio La Salle Boulevares	Naucalpan
40	Colegio La Salle Hda. Arboledas	Atizapán
41	Colegio Vallarta	Atizapán
42	Copán	Tlalnepantla
43	Don Bosco	Tlalnepantla
44	Durango	Naucalpan
45	Escuela de las Lomas	Atizapán
46	Federico Froebel	Naucalpan
47	Federico Froebel	Tlalnepantla
48	Fernando Montes de Oca	Naucalpan
49	Gilwell	Atizapán
50	Greengates	Naucalpan
51	Hans Christan Andersen	Naucalpan
52	Héctor Fernández	Naucalpan
53	Herbert Spencer	Atizapán
54	Horizontes	Naucalpan
55	Ignacio L. Vallarta	Naucalpan
56	Inst. Colón	Tlalnepantla
57	Inst. Cultural Nicolás Guillén	Tlalnepantla

58	Inst. El Pedregal	Atizapán
59	Inst. Etac de Est. Sup.	Tlalnepantla
60	Inst. Franco Americano	Tlalnepantla
61	Inst. Harvard	Naucaupan
62	Inst. Juventud	Naucaupan
63	Inst. Patria	Atizapán
64	Inst. Satélite	Naucaupan
65	Inst. Washington	Naucaupan
66	Interlaken	Tlalnepantla
67	Issac Newton	Atizapán
68	José Ma. Morelos y Pavón	Naucaupan
69	José Vasconcelos	Tlalnepantla
70	Juan Escutia	Tlalnepantla
71	Juan Jacobo Rousseau	Atizapán
72	Juan Piaget	Naucaupan
73	La Fontaine	Naucaupan
74	La Paz	Naucaupan
75	La Rosa	Atizapán
76	Lamanita Americano	Tlalnepantla
77	Las Américas	Naucaupan
78	Latino Canadiense	Tlalnepantla
79	Leibnitz	Naucaupan
80	León Felipe	Atizapán
81	Libertad	Atizapán
82	Liceo América Latina	Naucaupan
83	Liceo Presidente Kennedy	Tlalnepantla
84	Ma. Montessori	Tlalnepantla
85	Miguel Auza	Naucaupan
86	Miguel Hidalgo	Atizapán
87	Miguel Hidalgo	Tlalnepantla
88	Moderna Alarid	Atizapán
89	Moderna Inglesa	Naucaupan
90	Moderno Tepeyac	Naucaupan
91	Montreal	Naucaupan
92	Nueva Americana	Atizapán
93	Nueva Era	Atizapán
94	Oriente	Atizapán
95	Oxford	Atizapán
96	Patria	Naucaupan
97	Pedagógico América	Naucaupan
98	Prepa. Ateneo Dr. Gustavo Baz	Tlalnepantla
99	Prepa. Calli	Tlalnepantla
100	Prepa. Franco Mexicana	Naucaupan
101	Prepa. Satélite	Naucaupan
102	Prepa. Universitaria	Naucaupan
103	Prepa. Valle Anahuac	Tlalnepantla
104	Ptolomeo	Tlalnepantla
105	Regional del Valle de México	Tlalnepantla
106	Reinas	Tlalnepantla
107	Reina Elizabeth	Tlalnepantla
108	Robert F. Kennedy	Atizapán
109	Rosario Castellanos	Atizapán
110	Rudyard Kipling	Naucaupan
111	San Mateo	Naucaupan

112	Stratford	Tlalnepantla
113	Sucre	Naucaupan
114	Syracuse Sabre School	Tlalnepantla
115	Taller Cencalli	Naucaupan
116	Teresa Zepeda y Ahumada	Tlalnepantla
117	Thomas Jefferson	Tlalnepantla
118	Tikal	Atizapán
119	Universidad del Valle de México	Naucaupan
120	William Shakespeare	Atizapán
121	Kochicalli	Naucaupan
122	Yancuic	Atizapán

### 2.3 Determinación de los Parámetros a Estimar

En la determinación de lo que hace falta para conseguir la satisfacción óptima de las necesidades de cómputo, es preciso conocer los recursos y requerimientos de computación con los que cuenta cada plantel.

Para lograr éste propósito, a continuación se plantean los principales parámetros de interés:

A = Número de alumnos que tienen servicio de cómputo

C = Número de computadoras disponibles

AC = Número de alumnos que comparten una computadora

H = Número de hrs./semana que los alumnos tienen acceso a las computadoras.

De lo cual se deduce:

$$H = f( A, C )$$

$$AC = g( A, C )$$

donde: A, C son variables independientes y  
AC, H son variables dependientes.

Para obtener mayor información de las variables se pueden calcular sus medias y sus varianzas, pero también es necesario en algunos casos decidir cuando una afirmación (Hipótesis) referente a un parámetro, es verdadera o falsa.

Las hipótesis a probar son las siguientes:

- 1.- El porcentaje de escuelas con servicio de cómputo en cada uno de los municipios es mayor al 70 %.
- 2.- Existen diferencias en cuanto al porcentaje de escuelas con servicio de cómputo, dependiendo del municipio
- 3.- El porcentaje de escuelas que tienen equipo propio en

cada uno de los municipios es mayor al 30 %.

- 4.- El porcentaje de escuelas que imparten la materia de computación es mayor al 45 %, 40% y 50 %, en los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla y Atizapán respectivamente.
- 5.- Existen diferencias en cuanto al promedio de computadoras disponibles por escuela, dependiendo del municipio.
- 6.- Existen diferencias en cuanto al promedio de alumnos por grado, que tienen servicio de cómputo, dependiendo del municipio.
- 7.- El promedio de horas/semana que los alumnos tienen acceso a las computadoras es mayor a dos, en la población en general.
- 8.- El promedio de alumnos que comparten una computadora es mayor a dos, tres y uno, en los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla y Atizapán respectivamente.
- 9.- El porcentaje de escuelas a las que les gustaría que se impartiera la computación como materia es mayor al 30 %.

#### 2.4 Diseño de la Encuesta por Muestreo

##### 2.4.1 Elección del Tipo de Muestreo

Se decidió emplear muestreo aleatorio estratificado, porque esta técnica nos permite obtener una ganancia en la precisión de los estimadores, puesto que divide una población heterogénea en subpoblaciones homogéneas. En este caso de estudio, se tiene una población heterogénea compuesta por  $N = 122$  centros educativos, la cual se puede dividir en tres subpoblaciones homogéneas (municipios): Naucalpan, Tlalnepantla y Atizapán.

Dadas las características económico-sociales de cada uno de los municipios, la calidad de la enseñanza puede variar considerablemente, por consiguiente, el uso de los recursos de cómputo en los planteles educativos debe ser diferente en cada uno de los municipios.

Por lo tanto, se tienen tres estratos, los cuales no se traslapan y comprenden toda la población, y están representados por:

$N_1 = 56$  planteles en el municipio de Naucalpan

N2 = 34 planteles en el municipio de Tlalnepantla

N3 = 32 planteles en el municipio de Atizapán

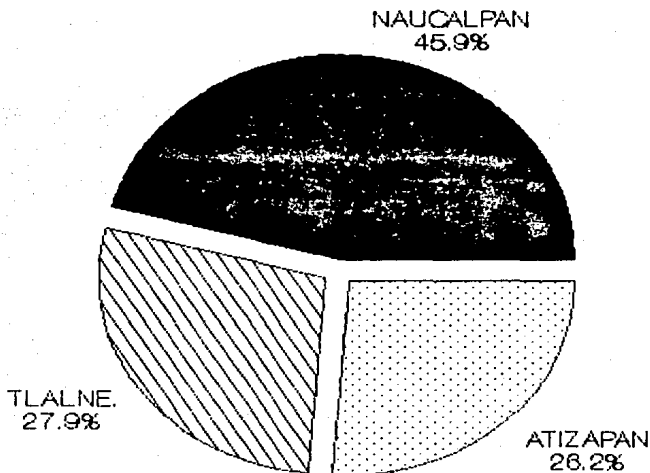
de tal manera que:

$$N1 + N2 + N3 = N \text{ (Gráfica 2.1).}$$

A continuación aparecen los planteles que constiuyen cada uno de los estratos:

ESTRATO 1	NAUCALPAN	
ESCUELA	LOCALIDAD	
1	ABC	Satélite
2	Academia Maddox	Satélite
3	Alexander Von Humbolt	L.Verdes
4	Americano de Echegaray	Echegaray
5	Anne Sullivan	Alamos
6	Arnold L.Gessel	Sta.Cruz
7	Bertha Von Glümer	Florida
8	Británica America	F.Satélite
9	Carol Baur	L.Verdes
10	Centro de Est.Tec.del Angel	Sta.Cruz
11	Centro Educ. Sandel	Satélite
12	Centro Esc. del Paseo	Echegaray
13	Centro Esc. México Moderno	Boulevares
14	Centro Evolutivo Tajin	Cd.Brisa
15	Centro Univer. Hispano Americano	Sta.Cruz
16	Cibalam	Satélite
17	Citalli	Boulevares
18	Ciudad Cuambres	L.Verdes
19	Colegio Americano	Mirador
20	Colegio Cristobal Colón	L.Verdes
21	Colegio Fátima	Satélite
22	Colegio La Salle Boulevares	Boulevares
23	Durango	Echegaray
24	Federico Froebel	San Mateo
25	Fernando Montes de Oca	San Mateo
26	Greengates	Cd.Brisa
27	Hans Christian Andersen	Echegaray
28	Héctor Fernández	Satélite
29	Horizontes	Ban Mateo
30	Ignacio L. Vallarta	Satélite
31	Inst. Harvard	Satélite
32	Inst. Juventud	Echegaray
33	Inst. Satélite	F.Satélite
34	Inst. Washington	Satélite
35	José Ma. Morelos y Pavón	Satélite
36	Juan Piaget	L.Verdes
37	La Fontaine	Satélite
38	La Paz	Satélite
39	Las Américas	Satélite
40	Leibnitz	San Mateo

# POBLACION PORCENTAJE POR ESTRATO



GRAFICA 2.1

41	Liceo América Latina	San Mateo
42	Miguel Auza	Echegaray
43	Moderna Inglesa	Florida
44	Moderno Tepeyac	Misiones
45	Montreal	San Mateo
46	Patria	L.Verdes
47	Pedagógico América	Satélite
48	Prepa. Franco Mexicana	Boulevares
49	Prepa. Satélite	Satélite
50	Prepa. Universitaria	Boulevares
51	Rudyard Kipling	Sta.Cruz
52	San Mateo	San Mateo
53	Sucre	Satélite
54	Taller Cencalli	Echegaray
55	Universidad del Valle de México	L.Verdes
56	Xochicalli	San Mateo

**ESTRATO 2**  
**ESCUELA**

**TLALNEPANTLA**  
**LOCALIDAD**

1	Ambroise Pare	Romana
2	Benavente	Sta.Mónica
3	C.E.E.M.	V.Dorado
4	Centro Educ. Integral de México	Jacarandas
5	Centro Esc. de Mejoramiento Soc.	V.Hermosa
6	Centro Esc. de México	Bellavista
7	Centro Univ. Emilio Cárdenas	Tlalnepantla
8	Colegio Indoamericano	Pirules
9	Copán	Bellavista
10	Don Bosco	Tlalnepantla
11	Federico Froebel	Tlalnepantla
12	Inst. Colón	Sta.Mónica
13	Inst. Cultural Nicolás Guillén	V.Dorado
14	Inst. Etac de Est. Superiores	Viveros
15	Inst. Franco Americano	San Lucas
16	Interlaken	V.Dorado
17	José Vasconcelos	Sta.Mónica
18	Juan Escutia	Viveros
19	Lamanita Americano	Viveros
20	Latino Canadiense	Sta.Mónica
21	Liceo Presidente Kennedy	Viveros
22	Ma. Montessori	Viveros
23	Miguel Hidalgo	V.del Valle
24	Prepa. Ateneo Dr. Gustavo Baz	Sta.Mónica
25	Prepa. Calli	Viveros
26	Prepa. Valle de Anahuac	Viveros
27	Ptolomeo	La Colina
28	Regional del Valle de México	Pirules
29	Reinas	V.Dorado
30	Reina Elizabeth	Sta.Mónica
31	Stratford	Bellavista
32	Syracuse Sabre School	Viveros
33	Teresa Zepeda y Ahumada	Sta.Mónica
34	Thomas Jefferson	Sta.Mónica



ESTRATO 3 ESCUELA	ATIZAPAN LOCALIDAD	
1	Agustin de Hipona	L. Lindas
2	Alexander	L. Mateos
3	Amado Nervo	Cristobal
4	Anglo Francés Juana de Asbaje	Arboledas
5	Baden Powel	Arboledas
6	Calli	Arboledas
7	Centro Univer. Atizapán	Atizapán
8	Centro Univer. Ibero Americano	Arboledas
9	Colegio Estefania Castañeda	Alamedas
10	Colegio La Salle Hda. Arboledas	Arboledas
11	Colegio Vallarta	Arboledas
12	Escuela de las Lomas	L.Hacienda
13	Gilwell	L.Hacienda
14	Herbert Spencer	Atizapán
15	Inst. El Pedregal	L.Mateos
16	Inst. Patria	Arboledas
17	Issac Newton	Tecoloapan
18	Juan Jacobo Rousseau	L.Lindas
19	La Rosa	Calacoaya
20	León Felipe	Chiluca
21	Libertad	L.Lindas
22	Miguel Hidalgo	Arboledas
23	Moderno Alarid	Arboledas
24	Nueva Americana	Arboledas
25	Nueva Era	Arboledas
26	Oriente	Arboledas
27	Oxford	Alamedas
28	Robert F. Kennedy	L.Mateos
29	Rosario Castellanos	L.Hacienda
30	Tikal	Bosques
31	William Shakespeare	Alamedas
32	Yancuic	Calacoaya

#### 2.4.2 Determinación del Tamaño de la Muestra

Puesto que  $H$  y  $AC$  están en función de los otros parámetros, se ha decidido que  $H$  y  $AC$  serán los parámetros de interés con los que se puede calcular el tamaño de la muestra.

- Para la media de  $H$ :

$$\text{Sea } | \mu_H - \hat{\mu}_H | < B \quad (2.1)$$

donde:  $\mu_H$  = El parámetro a estimar  
 $\hat{\mu}_H$  = Estimador de  $H$   
 $B$  = Límite del error de estimación  
 = % de hora.

Tomando en cuenta que en muestreo repetido, la probabilidad de que el error de estimación sea menor que B es igual a  $(1-\alpha)$ , entonces se decidió que:

$$P(|\mu_H - \hat{\mu}_H| < B) = (1-\alpha) = 95\% \quad (2.2)$$

Para que  $\hat{\mu}_H$  sea insesgado es necesario que:

$$E(\hat{\mu}_H) = \sum_{H_i} w_i \hat{\mu}_{H_i} = \mu_H \quad (2.3)$$

donde:  $w_i$  = La probabilidad de seleccionar la muestra  $i$

$\hat{\mu}_{H_i}$  = Estimación de la  $i$ -ésima muestra

$v$  = El número de muestras posibles  $\binom{N}{n}$

$\hat{\mu}_H$  = Media estimada de H

$\mu_H$  = Media de H

Por lo que se dice que la distribución de frecuencias generada por  $\hat{\mu}_H$  tiene un comportamiento aproximadamente Normal, con media  $\mu_H$  y desviación estandar  $\sigma_{\hat{\mu}_H}$ . Algebraicamente esto se puede representar con la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{\hat{\mu}_{H_i} - \mu_H}{\sigma_{\hat{\mu}_H}} = \frac{B}{\sigma_{\hat{\mu}_H}} \quad (2.4)$$

y para poblaciones finitas se sabe que:

$$\sigma_{\hat{\mu}_H} = \frac{\sigma_H \sqrt{N-n}}{\sqrt{n} \sqrt{N-1}} \quad (2.5)$$

de (2.4) y (2.5) se tiene que:

$$B = Z \sigma_{\hat{\mu}_H} = \frac{Z \sigma_H \sqrt{N-n}}{\sqrt{n} \sqrt{N-1}}$$

despejando n se tiene:

$$B^2 = \frac{Z^2 \sigma_H^2 (N-n)}{n (N-1)} = \frac{Z^2 \sigma_H^2 N}{n(N-1)} - \frac{Z^2 \sigma_H^2}{N-1}$$

$$\implies \frac{Z^2 \sigma_H^2 N}{n(N-1)} = B^2 + \frac{Z^2 \sigma_H^2}{N-1}$$

$$\Rightarrow n = \frac{Z^2 \sigma_H^2 N}{(N-1)B^2 + Z^2 \sigma_H^2} \quad (2.6)$$

Se encontró esta asignación para  $n$ , puesto que se supone en base a una prueba piloto que  $\sigma_H$  es igual para cada uno de los estratos.

A partir de (2.6) se calcula el tamaño de la muestra, donde todos los valores son conocidos excepto  $\sigma_H^2$ . Este valor desconocido se puede calcular por medio de:

$$\sigma_H = \frac{\text{amplitud de variación de } H}{4} = \frac{4}{4} = 1.$$

Por la prueba piloto que se realizó, se sabe que la amplitud de variación de  $H$  va de cero a cuatro. Por lo tanto

$$\begin{aligned} \sigma_H &= 1 \\ Z &= 1.96 \\ N &= 122 \\ B &= 0.25 \text{ hrs.} = 15 \text{ min.} \end{aligned}$$

Sustituyendo estos valores en la fórmula (2.6), se tiene:

$$n = \frac{(1.96)^2 (1)^2 (122)}{(122-1)(0.25)^2 + (1.96)^2 (1)^2} = 41.0971 \approx 41$$

Como se establece que la varianza es igual en cada uno de los estratos y no se considera importante al costo, entonces se puede obtener el valor de  $n_i$  mediante el Método de Asignación Proporcional, del que se deduce:

$$n_i = nW_i \quad (2.7)$$

donde  $W_i = \frac{N_i}{N}$  (fracción de observaciones asignadas al estrato  $i$ ).

Sustituyendo los valores en la fórmula (2.7), se tiene:

$$n_1 = \frac{41(56)}{122} = 18.8197 \approx 19$$

$$n_2 = \frac{41(34)}{122} = 11.4262 \approx 11$$

$$n_3 = \frac{41(32)}{122} = 10.7541 \approx 11$$

Lo que significa que se deben muestrear:  
19 planteles del estrato 1 (Naucalpan),  
11 planteles del estrato 2 (Tlalnepantla) y  
11 planteles del estrato 3 (Atizapán).

- Para la media de AC

Seguendo el mismo procedimiento que se utilizó para el parámetro H, se obtiene para AC:

$$n = \frac{Z^2 e_{AC}^2 N}{(N-1)B^2 + Z^2 e_{AC}^2} \quad (2.8)$$

con  $Z = 2.58$ , es decir,  $(1-\alpha) = 99\%$

$$e_{AC} = \frac{\text{amplitud de variación de AC}}{4} = 1.75$$

$$N = 122$$

$$B = 1 \text{ (una persona).}$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$n = \frac{(2.58)^2 (1.75)^2 (122)}{(121)(1)^2 + (2.58)^2 (1.75)^2} = 17.5902 \approx 18$$

Utilizando la fórmula (2.7) se obtiene:

$$n_1 = \frac{18(56)}{122} = 8.2623 \approx 8$$

$$n_2 = \frac{18(34)}{122} = 5.0164 \approx 5$$

$$n_3 = \frac{18(32)}{122} = 4.7213 \approx 5$$

lo que significa que se deben muestrear:

8 planteles del estrato 1 (Naucalpan),

5 planteles del estrato 2 (Tlalnepantla) y

5 planteles del estrato 3 (Atizapán).

Los resultados anteriores indican que se debe obtener una muestra con  $n_1 = 19$ ,  $n_2 = 11$  y  $n_3 = 11$  para estimar la media de H, y una muestra de tamaño  $n_1 = 8$ ,  $n_2 = 5$  y  $n_3 = 5$  para estimar la media de AC. Como ambos resultados difieren, entonces se prefirió hacer la investigación empleando las muestras más grandes, porque esto permite hacer estimaciones con el nivel de confianza deseado (Gráfica 2.2).

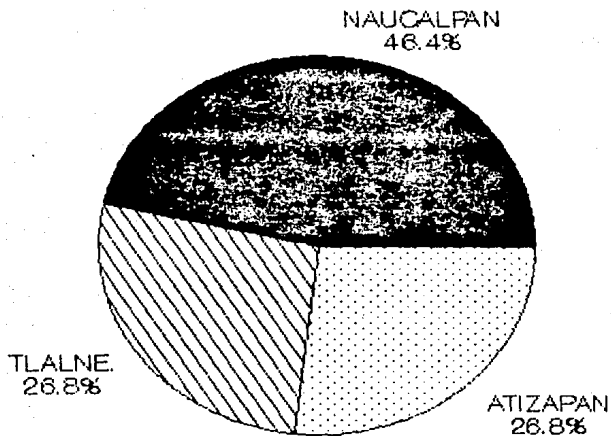
#### 2.4.3 Selección de la muestra aleatoria simple para cada uno de los estratos

Para poder seleccionar la muestra se hizo lo siguiente:

- 1.- Se numeraron las unidades poblacionales de 1 a N1 para el estrato uno, de 1 a N2 para el estrato dos y de 1 a N3 para el estrato tres, como se muestra en la sección 2.4.1.
- 2.- Como se sabe que el tamaño de las muestras es 19, 11 y 11 respectivamente, entonces se originó una serie de números aleatorios por medio de un programa, y de esta manera salieron seleccionados los planteles que a continuación se citan:

		NAUCALPAN		
ESUELA		PRIM.	SEC.	PREPA.
1	ABC	\$		
9	Carol Baur	\$	\$	
11	Centro Educ. Sandel	\$		
14	Centro Evolutivo Tajín	\$	\$	
18	Ciudad Cumbres	\$	\$	
19	Colegio Americano	\$	\$	
21	Colegio Fátima	\$	\$	
22	Colegio La Salle B.	\$	\$	\$
27	Hans Ch. Andersen	\$		
29	Horizontes	\$	\$	
31	Inst. Harvard	\$	\$	
35	José Ma. Morelos y P.	\$	\$	
40	Leibnitz	\$	\$	
48	Prepa. Franco Mexicana			\$
49	Prepa. Satélite			\$
50	Prepa. Universitaria			\$
54	Taller Cencalli	\$		
55	Universidad del Valle			\$
56	Xochicalli	\$		

# MUESTRA PORCENTAJE POR ESTRATO



GRAFICA 2.2

TLALNEPANTLA			
ESCUELA	PRIM.	SEC.	PREPA.
9 Copán	§	§	§
11 Federico Froebel	§		
13 Inst. Cult. N. Guillén		§	§
14 Inst. Etac de Est. Sup.			§
19 Lamanita Americano	§	§	
20 Latino Canadiense	§		
21 Liceo Presidente Kennedy	§	§	
22 Ma. Montessori	§	§	
23 Miguel Hidalgo	§		
24 Prepa. Ateneo Dr. G. Baz			§
28 Regional del Valle de Méx.		§	§

ATIZAPAN			
ESCUELA	PRIM.	SEC.	PREPA.
4 Anglo Francés J. de A.	§		
6 Calli	§	§	§
7 Centro Univ. Atizapán			§
9 Colegio E. Castañeda	§	§	
13 Gilwell	§	§	
15 Inst. El Pedregal		§	
22 Miguel Hidalgo	§		
24 Nueva Americana	§		
26 Oriente	§	§	§
28 Robert F. Kennedy	§	§	
29 Rosario Castellanos	§		

## 2.5 Diseño y Aplicación del Cuestionario

Para obtener la información necesaria para el caso de estudio que se trata, se plantearon alternativas para ver la manera de aplicar la encuesta, y entre los diversos métodos de medición (encuestas) se decidió por la aplicación de un cuestionario.

La información que se necesita para hacer el análisis cuantitativo y cualitativo sobre los requerimientos de cómputo, se puede clasificar en ocho puntos principales a saber:

- a) Si el plantel tiene servicio de cómputo
- 1.- Información sobre las consideraciones financieras en la adquisición del equipo de cómputo
    - Propio
    - Rentado
    - Otros (arrendado o prestado).
  - 2.- Información sobre el equipo disponible
    - Tipo

- Cantidad
  - Marca.
- 3.- Información sobre el software que utilizan.
  - 4.- Información sobre el personal y el área.
  - 5.- Información sobre los usos
    - Materia de Computación
    - Soporte a la Enseñanza
    - Servicio administrativo.
- Si se les brinda servicio a los alumnos, nos interesa saber también:
- A que proporción de ellos se les da servicio
  - Cuantas hrs./semana se les proporciona éste
  - Cuantos alumnos comparten una computadora.
- b) Si el plantel no proporciona servicio de cómputo a los alumnos
- 6.- Información sobre la opinión de los directores acerca de proporcionar servicio de cómputo a los alumnos
    - Como materia de Computación
    - Como Soporte a la Enseñanza
    - A qué grados (primaria, secundaria y preparatoria).
  - 7.- Información sobre las fuentes de financiamiento con las que cuenta el plantel para la adquisición del equipo de cómputo.
  - 8.- Información sobre el Área disponible para la instalación del Laboratorio de Cómputo.

Para llevar a cabo la elaboración del cuestionario, se utilizó el diagrama de bloques de la Fig. 2.1, en el cual se presenta la información requerida para el estudio, es decir, toda la información concerniente a los planteles educativos.



ESQUEMA DE ALGORITMO PARA LA ELABORACION DEL CUESTIONARIO

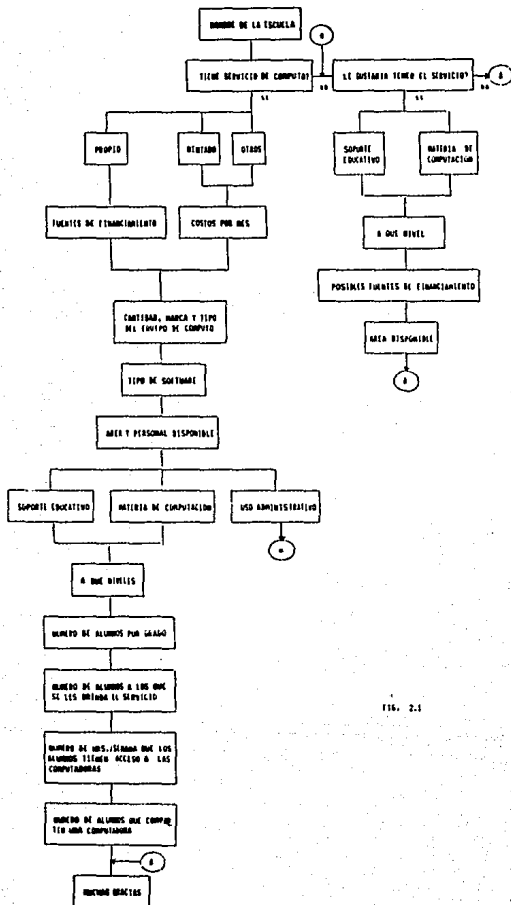


FIG. 2.1

**CUESTIONARIO SOBRE LOS RECURSOS Y REQUERIMIENTOS DE COMPUTO**

1) NOMBRE DE LA ESCUELA: \_\_\_\_\_

2) NOMBRE DEL DIRECTOR: \_\_\_\_\_

3) LA ESCUELA TIENE SERVICIO DE COMPUTADORAS ?

 NO DIGA PORQUE \_\_\_\_\_

PASE A LA PREGUNTA 11

 SI

4) EL EQUIPO ES:

 PROPIO

SE OBTUVO POR MEDIO DE:

 PRESTAMO BANCARIO FONDO DE LA ESCUELA FONDO DE LA APF OTROS (ESPECIFIQUE) \_\_\_\_\_ RENTADO A CUANTO ASCIENDEN SUS COSTOS MENSUA  
LES ? \_\_\_\_\_ OTROS A CUANTO ASCIENDEN SUS COSTOS MENSUA  
LES ? \_\_\_\_\_

5) LAS COMPUTADORAS SON:

 MICROS  
NUM. MARCA \_\_\_\_\_ TERMINALES  
NUM. MARCA \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ REDES  
NUM. MARCA \_\_\_\_\_ OTROS  
NUM. MARCA \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6) LAS IMPRESORAS SON:

NUM. MARCA \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7) QUE TIPO DE SOFTWARE ESTAN UTILIZANDO? (PROGRAMAS, PAQUETES, ETC)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8) APROXIMADAMENTE CUAL ES EL AREA DEL LABORATORIO DE COMPUTO ? \_\_\_\_\_

9) CUANTAS PERSONAS TRABAJAN EN EL LABORATORIO DE COMPUTO ?

( ) MANTENIMIENTO

( ) ADMINISTRATIVO

( ) ACADEMICO

( ) VIGILANCIA

( ) OTROS (ESPECIFIQUE) \_\_\_\_\_

10) USOS:

( ) COMO MATERIA DE COMPUTACION

TOTAL DE ALUMNOS POR GRADO

GRADO 1 2 3 4 5 6

PRIMARIA \_\_\_\_\_

SECUNDARIA \_\_\_\_\_

PREPARATORIA \_\_\_\_\_

NUMERO DE ALUMNOS QUE CURSAN LA MATERIA

GRADO 1 2 3 4 5 6

PRIMARIA \_\_\_\_\_

SECUNDARIA \_\_\_\_\_

PREPARATORIA \_\_\_\_\_

NUMERO DE HRB./SEMANA QUE LOS ALUMNOS TIENEN AC  
CESO A LAS COMPUTADORAS

GRADO 1 2 3 4 5 6

PRIMARIA \_\_\_\_\_

SECUNDARIA \_\_\_\_\_

PREPARATORIA \_\_\_\_\_

NUMERO DE ALUMNOS QUE COMPARTEN UNA COMPUTADORA

GRADO 1 2 3 4 5 6

PRIMARIA \_\_\_\_\_

SECUNDARIA \_\_\_\_\_

PREPARATORIA \_\_\_\_\_

( ) COMO SOPORTE A LA ENSEÑANZA

TOTAL DE ALUMNOS POR GRADO

GRADO 1 2 3 4 5 6

PRIMARIA \_\_\_\_\_

SECUNDARIA \_\_\_\_\_

PREPARATORIA \_\_\_\_\_

NUMERO DE ALUMNOS QUE TIENEN SOPORTE EDUCATIVO

GRADO 1 2 3 4 5 6

PRIMARIA \_\_\_\_\_

SECUNDARIA \_\_\_\_\_

PREPARATORIA \_\_\_\_\_

NUMERO DE HRS./SEMANA QUE LOS ALUMNOS TIENEN AC  
 CEBO A LAS COMPUTADORAS

GRADO	1	2	3	4	5	6
PRIMARIA						
SECUNDARIA						
PREPARATORIA						

NUMERO DE ALUMNOS QUE COMPARTEN UNA COMPUTADORA

GRADO	1	2	3	4	5	6
PRIMARIA						
SECUNDARIA						
PREPARATORIA						

( ) ADMINISTRATIVO

SI SU USO ES TOTALMENTE ADMINISTRATIVO CONTESTE LAS SI  
 GUIENTES PREGUNTAS:

- 11) LE GUSTARIA QUE SE IMPARTIERA LA MATERIA DE COMPUTACION  
 ( ) SI ( ) NO  
 PORQUE \_\_\_\_\_
- 12) LE GUSTARIA QUE SE USARA LA COMPUTADORA COMO SOPORTE  
 A LA ENSEÑANZA  
 ( ) SI ( ) NO  
 PORQUE \_\_\_\_\_

EN CASO DE HABER CONTESTADO AFIRMATIVAMENTE A CUALQUIE  
 RA DE LAS DOS PREGUNTAS 11 Y 12, CONTESTE LO SIGUIEN  
 TE:

- 13) A QUE NIVELES LES DARIA EL SOPORTE A LA ENSEÑANZA O LA  
 MATERIA DE COMPUTACION ?  

GRADO	1	2	3	4	5	6
PRIMARIA						
SECUNDARIA						
PREPARATORIA						
- 14) CON CUALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO CUENTA PARA LA AD  
 QUISICION DEL EQUIPO DE COMPUTO ?  
 ( ) PRESTAMO BANCARIO  
 ( ) FONDO DE LA ESCUELA  
 ( ) FONDO DE LA APF  
 ( ) OTROS (ESPECIFIQUE) \_\_\_\_\_
- 15) CUAL ES EL AREA DISPONIBLE PARA INSTALAR EL LABORATORIO  
 DE COMPUTO ? \_\_\_\_\_

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION

Este cuestionario fue aplicado a los cuarenta y un planteles que constituyen la muestra seleccionada, en los cuales en algunas ocasiones hubo necesidad de hacer re-visitas, pero finalmente todos lo contestaron, esto implica que no se tienen casos de no-respuesta que provocarían sesgo en las estimaciones.

## 2.6 Análisis de la Información

### 2.6.1 Estimación de Parámetros

El manejo de la información obtenida mediante el cuestionario, resulta una tarea ardua trabajarla en su presentación original, ya que esto traería consigo demasiadas penalidades; es por ello que se presentará dicha información en Tablas Estadísticas para cada uno de los parámetros.

A continuación se hace una lista de los parámetros resultantes de aplicar el método de medición en cuestión:

<u>CLAVE</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>ESPACIO PARAMETRICO (R)</u>
SC	Escuela con servicio de cómputo.	{si, no}
EQ	Características del equipo.	{propio, rentado, otros}
FF	Fuentes de financiamiento (si el equipo es propio).	{prestamo bancario, fondo de la escuela, fondo de la A.P.F., otros}
TE	Tipo de equipo.	{micros, terminales, rg des, impresoras, otros}
MM	Marcas de micros.	{COMMODORE, ATARI, HP, PRINTAFORM, BPM/PC, APPLE, otras}
MI	Marcas de impresoras.	{ATTI, DELTA, APPLE, EN TEIA, BROTHER, COMMODORE, otras}
TS	Tipo de software.	{BASIC, LOGO, Paquetes Educativos, Paquetes Administrativos, otros}
ALC	Area del laboratorio (m <sup>2</sup> )	{ 10-30 , 31-70 , 71-110 , 111-300 }
PLC	Personal que esta relacionado con el laboratorio.	{mantenimiento, administrativo, académico, vigilancia, otros}

UC	Usos de la computadora.	{Materia de Computación Soporte Educativo, Administrativo, otros}
EQM	Escuelas que quieren que se imparta la materia de Computación.	{si, no}
EQS	Escuelas que quieren soporte a la enseñanza.	{si, no}
CRF	Cuenta con recursos financieros para la adquisición de equipo de cómputo.	{si, no}
TAD	Tiene Área disponible para la instalación del laboratorio de cómputo.	{si, no}
C	Número de computadoras - COMMODERE - APPLE - ATARI - BPM/PC - PRINTAFORM - HP - OTRAS.	{E <sup>+</sup> }
I	Número de impresoras - ATTI - DELTA - APPLE - ENTEIA - COMMODERE - BROTHER - OTRAS.	{E <sup>+</sup> }
P	Número de personas que laboran en el Centro de Cómputo - Mantenimiento - Administrativo - Académico - Vigilancia - Otras.	{E <sup>+</sup> }
AG	Alumnos por grado que pueden tener la materia de computación - Primaria - Secundaria - Preparatoria.	{E <sup>+</sup> }
AM	Alumnos por grado que cursan la materia de Computación - Primaria - Secundaria - Preparatoria.	{E <sup>+</sup> }
AS	Alumnos por grado que tiene la Computación como Soporte	{E <sup>+</sup> }

- Primaria
  - Secundaria
  - Preparatoria.
- A      Número de alumnos que tienen servicio de cómputo (A=AM+AS)      {E }
- Primaria
  - Secundaria
  - Preparatoria.
- H      Número de horas/semana que los alumnos tienen acceso a las computadoras      { 1-2 , 3-4 , 5-8 , 8-∞ }
- Primaria
  - Secundaria
  - Preparatoria.
- AC      Número de alumnos que comparten una computadora      { 1-2 , 3-4 , 5-6 , 6-∞ }
- Primaria
  - Secundaria
  - Preparatoria.
- NSC      Niveles en los que les gustaría dar servicio de cómputo, en caso de no tenerlo.      {primaria, secundaria, preparatoria}

La estimación de parámetros se refiere a la elección de un estadístico, con el cual se espera estimar un parámetro desconocido de la población (con una aproximación adecuada), es decir, de un número calculado a partir de los datos de la muestra, se infiere (estima) el valor real del parámetro.

Para hacer las estimaciones de los parámetros se emplean Medidas de Tendencia Central y Medidas de Dispersión, que indiquen el promedio de los valores que toma la variable, así como la precisión generada en la encuesta al estimar la media, es decir, se desea obtener de cada uno de los parámetros según sea el caso, lo siguiente:

Media	$\hat{Y} = \mu$
Varianza de la media estimada	$V(\hat{Y}) = \sigma_y^2$
Proporción	P
Varianza de la proporción estimada	$V(\hat{P})$ .

Como es obvio, no se pueden obtener los valores reales (sobre la población total) de cada uno de los estadísticos antes mencionados, por lo tanto, se obtienen los estimadores muestrales de estos estadísticos:

Media estimada	$\hat{p}$
Varianza estimada de la media estimada	$v(\hat{p})$
Proporción estimada	$\hat{p}$
Varianza estimada de la proporción estimada	$v(\hat{p})$

Los ocho estadísticos utilizados para la estimación de los parámetros son los siguientes:

$$1) \hat{p}_i = \frac{a_i}{n_i}, \quad i=1,2,3$$

$$2) v(\hat{p}_i) = s_{\hat{p}_i}^2 = \frac{N_i - n_i}{(n_i - 1)N_i} \hat{p}_i \hat{q}_i, \quad i=1,2,3$$

$$3) \hat{p}_{st} = \frac{\sum_{i=1}^3 N_i \hat{p}_i}{N}$$

$$4) v(\hat{p}_{st}) = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^3 \frac{N_i^2 (N_i - n_i)}{N_i - 1} \hat{p}_i \hat{q}_i$$

donde:

$\hat{p}_i$  = Proporción estimada de unidades con una característica determinada, en el estrato  $i$ .

$a_i$  = Número de unidades que cumplen con la característica, en estrato  $i$ .

$n_i$  = Número de unidades en la muestra que corresponden al estrato  $i$ .

$v(\hat{p}_i)$  = Varianza estimada de  $\hat{p}_i$ .

$N_i$  = Número de unidades en el estrato  $i$ .

$\hat{q}_i = (1 - \hat{p}_i)$ .

$\hat{p}_{st}$  = Proporción estimada de una característica determinada, dentro de la población estratificada.

$N$  = Número de unidades de la población.

$v(\hat{p}_{st})$  = Varianza estimada de  $\hat{p}_{st}$ .

Estos estadísticos se aplican a las siguientes variables:

BC	EQ	FF	ALC	PLS
TE	MM	MI	EQM	EQS
TS	UC	AM	CRF	TAD
AG			NBC	

$$5) \hat{p}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}}{n_i}, \quad i=1,2,3$$

$$6) v(\hat{p}_i) = \frac{s_{ij}^2 (N_i - n_i)}{n_i N_i}, \quad i=1,2,3$$



$$s_{\lambda}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_{\lambda}} (y_{\lambda j} - \bar{y}_{\lambda})^2}{n_{\lambda} - 1}, \quad i=1,2,3$$

$$7) \quad \bar{y}_{st} = \frac{\sum_{\lambda=1}^3 N_{\lambda} \bar{y}_{\lambda}}{N}$$

$$8) \quad v(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{N^2} \sum_{\lambda=1}^3 \frac{N_{\lambda} (N_{\lambda} - n_{\lambda}) s_{\lambda}^2}{n_{\lambda}} = \frac{1}{N^2} \sum_{\lambda=1}^3 N_{\lambda}^2 v(\bar{y}_{\lambda})$$

donde:

$\bar{y}_{\lambda}$  = Media estimada en el estrato i.

$y_{\lambda j}$  = Valor j de la variable en el estrato i.

$v(\bar{y}_{\lambda})$  = Varianza estimada de  $\bar{y}_{\lambda}$ .

$s_{\lambda}^2$  = Varianza estimada de  $y_{\lambda}$ .

$\bar{y}_{st}$  = Media estimada de la población estratificada.

$v(\bar{y}_{st})$  = Varianza estimada de  $\bar{y}_{st}$ .

Estos estadísticos se aplican a las siguientes variables:

C            I            P            A            H            AC.

A continuación se presentan las Tablas Estadísticas para cada uno de los parámetros, con la estimación de sus proporciones, medias y varianzas, según corresponda; para cada uno de los estratos, así como para la población en general (estratificada).

Las Gráficas correspondientes a las Tablas arriba mencionadas se presentan en el Anexo B.

**NOTA:** Las Tablas del 1 al 17 están calculadas para la población total (122 escuelas).

TABLA 1: ESCUELA CON SERVICIO DE COMPUTO (SC)

R	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
SI	10	5	6	21
NO	9	6	5	20
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>41</b>
<b>ACIERTOS:</b>				
PROPORCION	.52632	.45455	.54545	.51133
VARIANZA	.00915	.01677	.01531	.00446

TABLA 2: CARACTERISTICAS DEL EQUIPO (EQ)

R	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
PROPIO	9	5	6	20
RENTADO	1	0	0	1
<b>PROPIO:</b>				
PROPORCION/ESCUELA	.47368	.45455	.54545	.48718
VARIANZA	.00915	.01677	.01531	.00446

TABLA 3: FUENTES DE FINANCIAMIENTO (FF)

R	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
FONDO DE LA ESCUELA	8	5	1	14
FONDO DE LA A.P.F.	0	0	1	1
OTROS	1	0	4	5
<b>FONDO DE LA ESCUELA:</b>				
PROPORCION/ESCUELA	.42105	.45455	.09091	.34379
VARIANZA	.00895	.01677	.00510	.00361

TABLA 4: TIPO DE EQUIPO (TE)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
MICROS	9	5	6	20
TERMINALES	1	0	0	1
REDES	1	0	0	1
IMPRESORAS	8	5	6	19
MICROS:				
PROPORCION/ESCUELA	.47368	.45455	.54545	.48718
VARIANZA	.00915	.01677	.01531	.00446
IMPRESORAS:				
PROPORCION/ESCUELA	.42105	.45455	.54545	.46302
VARIANZA	.00895	.01677	.01531	.00441

TABLA 5: MARCAS DE MICROS (MM)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
COMMODORE	4	3	3	10
ATARI	2	0	0	2
HP	1	0	1	2
PRINTAFORM	3	2	0	5
APPLE	0	2	2	4
BPM/PC	0	1	0	1
COMMODORE:				
PROPORCION/ESCUELA	.21053	.27273	.27273	.24418
VARIANZA	.00610	.01342	.01225	.00330
PRINTAFORM:				
PROPORCION/ESCUELA	.15789	.18182	.00000	.12315
VARIANZA	.00488	.01006	.00000	.00182

TABLA 6: MARCAS DE IMPRESORAS (MI)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
ATTI	3	4	2	9
DELTA	1	1	3	5
APPLE	0	0	1	1
ENTEIA	1	0	0	1
COMMODORE	3	0	0	3
BROTHER	1	0	0	1
<b>ATTI:</b>				
PROPORCION/ESCUELA	.15789	.36364	.18182	.22151
VARIANZA	.00488	.01565	.00919	.00296
<b>DELTA:</b>				
PROPORCION/ESCUELA	.05263	.09091	.27273	.12103
VARIANZA	.00183	.00559	.01225	.00178

TABLA 7: TIPO DE SOFTWARE (TS)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
BASIC	7	5	5	17
LOGO	4	2	2	8
PAQUETES EDUCATIVOS	1	0	1	2
PAQUETES DE ADMON.	7	3	1	11
<b>BASIC:</b>				
PROPORCION/ESCUELA	.36842	.45455	.45455	.41501
VARIANZA	.00854	.01677	.01531	.00432
<b>LOGO:</b>				
PROPORCION/ESCUELA	.21053	.18182	.18182	.19500
VARIANZA	.00610	.01006	.00919	.00281
<b>PAQUETES EDUCATIVOS:</b>				
PROPORCION/ESCUELA	.05263	.00000	.09091	.04800
VARIANZA	.00183	.00000	.00510	.00080

TABLA 8: AREA DEL LABORATORIO (ALC)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
10 - 30	5	1	2	8
31 - 70	4	3	4	11
71 - 110	0	1	0	1
111-300	1	0	0	1
-----				
10 - 30 :				
PROPORCION/ESCUELA	.26316	.09091	.18182	.19382
VARIANZA	.00712	.00559	.00919	.00269
31 - 70 :				
PROPORCION/ESCUELA	.21053	.27273	.36364	.26802
VARIANZA	.00610	.01342	.01429	.00346

TABLA 9: PERSONAL RELACIONADO CON EL LABORATORIO (PLC)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
MANTENIMIENTO	2	1	3	6
ADMINISTRATIVO	4	3	3	10
ACADEMICO	9	5	6	20
VIGILANCIA	2	2	2	6
-----				
ACADEMICO:				
PROPORCION/ESCUELA	.47368	.45455	.54545	.48718
VARIANZA	.00915	.01677	.01531	.00446
ADMINISTRATIVO:				
PROPORCION/ESCUELA	.21053	.27273	.27273	.24418
VARIANZA	.00610	.01342	.01225	.00330

TABLA 10: USOS DE LA COMPUTADORA (UC)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
MATERIA DE COMP.	8	5	5	18
SOPORTE EDUCATIVO	1	0	1	2
ADMINISTRACION	7	3	1	11
MATERIA DE COMP.:				
PROPORCION/ESCUELA	.42105	.45455	.45455	.43917
VARIANZA	.00695	.01677	.01531	.00441
SOPORTE EDUCATIVO:				
PROPORCION/ESCUELA	.05263	.00000	.09091	.04800
VARIANZA	.00183	.00000	.00510	.00080

TABLA 11: ESCUELAS QUE QUIEREN QUE SE IMPARTA LA MATERIA DE COMPUTACION (EQM)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
SI	8	6	5	19
NO	2	0	1	3
ACIERTOS:				
PROPORCION	.42105	.54545	.45455	.46451
VARIANZA	.00695	.01677	.01531	.00441

TABLA 12: ESCUELAS QUE QUIEREN SOPORTE A LA ENSEÑANZA (EQS)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
SI	8	6	5	19
NO	2	0	1	3
ACIERTOS:				
PROPORCION	.42105	.54545	.45455	.46451
VARIANZA	.00695	.01677	.01531	.00441

**TABLA 13: CUENTA CON RECURSOS FINANCIEROS PARA LA ADQUISICION DE EQUIPO DE COMPUTO (CRF)**

R	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
SI	3	5	2	10
NO	6	1	3	10
ACIERTOS:				
PROPORCION	.15789	.45455	.18182	.24684
VARIANZA	.00488	.01677	.00919	.00305

**TABLA 14: TIENE AREA DISPONIBLE PARA LA INSTALACION DEL LABORATORIO DE COMPUTO (TAD)**

R	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
SI	2	4	2	8
NO	7	2	3	12
ACIERTOS:				
PROPORCION	.10526	.36364	.18182	.19735
VARIANZA	.00346	.01565	.00919	.00265

**TABLA 15: NUMERO DE COMPUTADORAS (C)**

R	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
COMMODORE	35	15	19	69
ATARI	6	0	0	6
HP	55	0	11	66
PRINTAFORM	10	4	0	14
APPLE	0	10	13	23
BPM/PC	0	9	0	9
COMPUTADORAS(TOTAL)	106	38	43	187
COMMODORE:				
MEDIA/ESCUELA	1.84211	1.36364	1.72727	1.67864
VARIANZA	.31579	.44594	.54996	.13901
HP:				
MEDIA/ESCUELA	2.89474	.00000	1.00000	1.59103
VARIANZA	5.53575	.00000	.65626	1.21151
COMPUTADORAS(TOTAL):				
MEDIA/ESCUELA	5.57895	3.45455	3.90909	4.54891
VARIANZA	5.59146	1.62728	1.32988	1.39598

TABLA 16: NUMERO DE IMPRESORAS (I)

Ω	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
ATTI	9	8	4	21
DELTA	5	1	3	9
APPLE	0	0	1	1
ENTEIA	10	0	0	10
COMMODORE	4	0	0	4
BROTHER	1	0	0	1
IMPRESORAS(TOTAL)	29	9	8	46
ATTI:				
MEDIA/ESCUELA	.47368	.72727	.36364	.51549
VARIANZA	.09028	.09947	.05098	.03025
DELTA:				
MEDIA/ESCUELA	.26316	.09091	.27273	.21766
VARIANZA	.04575	.00559	.01302	.01097
IMPRESORAS(TOTAL):				
MEDIA/ESCUELA	1.52632	.81818	.72727	1.11938
VARIANZA	.53843	.09612	.04881	.12427

TABLA 17: NUMERO DE PERSONAS QUE LABORAN EN EL CENTRO DE COMPUTO (P)

Ω	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
MANTENIMIENTO	3	2	4	9
ADMINISTRATIVO	9	5	5	19
ACADEMICO	34	7	9	50
VIGILANCIA	2	2	3	7
PERSONAS(TOTAL)	48	16	21	85
ACADEMICO:				
MEDIA/ESCUELA	1.78947	.63636	.81818	1.21335
VARIANZA	.72854	.05253	.05749	.16154
ADMINISTRATIVO:				
MEDIA/ESCUELA	.47368	.45455	.45455	.46333
VARIANZA	.04392	.05365	.05207	.01700
PERSONAS(TOTAL):				
MEDIA/ESCUELA	2.52632	1.45455	1.90909	2.06573
VARIANZA	1.27632	.28723	.56623	.33018



**TABLA 18: ALUMNOS POR GRADO QUE PUEDEN TENER LA MATERIA DE COMPUTACION (AG)**

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
1Q	101	51	0	152
2Q	136	51	0	187
3Q	157	51	0	208
4Q	158	51	0	209
5Q	179	51	77	307
6Q	170	51	60	281
<b>TOTAL PRIMARIA</b>	<b>901</b>	<b>306</b>	<b>137</b>	<b>1344</b>
1Q	258	67	69	394
2Q	228	90	101	419
3Q	205	84	98	387
<b>TOTAL SECUNDARIA</b>	<b>691</b>	<b>241</b>	<b>268</b>	<b>1200</b>
1Q	455	20	0	475
2Q	471	566	0	1037
3Q	337	20	250	607
<b>TOTAL PREPARATORIA</b>	<b>1263</b>	<b>606</b>	<b>250</b>	<b>2119</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2855</b>	<b>1153</b>	<b>655</b>	<b>4663</b>

**TABLA 19: ALUMNOS POR GRADO QUE CURSAN LA MATERIA DE COMPUTACION (AM)**

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
1Q	100	51	0	151
2Q	111	51	0	162
3Q	126	51	0	177
4Q	135	51	0	186
5Q	148	51	77	276
6Q	133	51	60	244
<b>TOTAL PRIMARIA</b>	<b>753</b>	<b>306</b>	<b>137</b>	<b>1196</b>
1Q	258	67	69	394
2Q	228	90	101	419
3Q	205	84	98	387
<b>TOTAL SECUNDARIA</b>	<b>691</b>	<b>241</b>	<b>268</b>	<b>1200</b>
1Q	185	20	0	205
2Q	201	514	0	715
3Q	72	20	100	192
<b>TOTAL PREPARATORIA</b>	<b>458</b>	<b>554</b>	<b>100</b>	<b>1112</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1902</b>	<b>1101</b>	<b>505</b>	<b>3508</b>

ALUMNOS QUE CURSAN LA MATERIA DE COMPUTACION, CUANDO EXISTE LA OPCION EN SU ESCUELA:

PROPORCION/PRIM.	.83574	1.00000	1.00000	.92460
VARIANZA	.00504	.00000	.00000	.00110
PROPORCION/SEC.	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
VARIANZA	.00000	.00000	.00000	.00000
PROPORCION/PREPA.	.36263	.91419	.40000	.52615
VARIANZA	.00848	.00531	.01482	.00340
PROPORCION(TOTAL)	.66620	.95490	.77099	.77414
VARIANZA	.00816	.00291	.01090	.00285

**TABLA 20: ALUMNOS POR GRADO QUE TIENEN LA COMPUTACION COMO SOPORTE (AS)**

R	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
1R	0	0	46	46
2R	0	0	41	41
3R	0	0	38	38
4R	25	0	44	69
5R	25	0	0	25
6R	25	0	0	25
<b>TOTAL PRIMARIA</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>169</b>	<b>244</b>
1R	25	0	0	25
2R	25	0	0	25
3R	25	0	0	25
<b>TOTAL SECUNDARIA</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>75</b>
1R	0	0	0	0
2R	0	0	0	0
3R	0	0	0	0
<b>TOTAL PREPARATORIA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>169</b>	<b>319</b>

**TABLA 21: NUMERO DE ALUMNOS QUE TIENEN EL SERVICIO DE COMPUTO (A)**

R	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
1R	100	51	46	197
2R	111	51	41	203
3R	126	51	38	215
4R	160	51	44	255
5R	173	51	77	301
6R	158	51	60	269
<b>TOTAL PRIMARIA</b>	<b>828</b>	<b>306</b>	<b>306</b>	<b>1440</b>
1R	283	67	69	419
2R	253	90	101	444
3R	230	84	98	412
<b>TOTAL SECUNDARIA</b>	<b>766</b>	<b>241</b>	<b>268</b>	<b>1275</b>
1R	185	20	0	205
2R	201	514	0	715
3R	72	20	100	192
<b>TOTAL PREPARATORIA</b>	<b>458</b>	<b>554</b>	<b>100</b>	<b>1112</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2052</b>	<b>1101</b>	<b>674</b>	<b>3827</b>

**NUMERO DE ALUMNOS QUE TIENEN SERVICIO DE COMPUTO POR ESCUELA:**

MEDIA/PRIM.	55.20000	43.71429	34.00000	46.43841
VARIANZA	257.43097	383.94162	523.51082	120.07626
MEDIA/SEC.	76.60000	40.16667	44.66667	58.07049

VARIANZA	509.55683	133.34072	135.20746	127.01992
MEDIA/PREPA.	91.60000	110.80000	33.33333	81.66776
VARIANZA	228.39254	854.99852	198.86667	128.20860
MEDIA/ESCUELA	108.00000	100.09091	61.27273	93.53949
VARIANZA	1152.01896	927.95671	735.77593	365.41816

TABLA 22: NUMERO DE HORAS/SEMANA QUE LOS ALUMNOS TIENEN ACCESO A LAS COMPUTADORAS (H)

Q	E S T R A T O			TOTAL	
	1	2	3		
PRIM.	1 - 2	6	2	2	10
SEC.	1 - 2	4	1	3	8
	3 - 4	1	2	1	4
PREPA.	1 - 2	3	1	1	5
	3 - 4	1	1	0	2
	5 - 8	0	2	0	2
GENERAL	1 - 2	13	4	6	23
	3 - 4	2	3	1	6
	5 - 8	0	2	0	2
MEDIA/PRIM.		1.50000	1.50000	1.50000	1.50000
VARIANZA		.00000	.00000	.00000	.00000
MEDIA/SEC.		1.90000	2.83333	2.00000	2.18634
VARIANZA		.02782	.08196	.05966	.01633
MEDIA/PREPA.		2.00000	4.50000	1.50000	2.56557
VARIANZA		.03477	.36882	.00000	.03597
MEDIA/GENERAL		1.76667	3.27778	1.78571	2.19279
VARIANZA		.01722	.25783	.03409	.02600

TABLA 23: NUMERO DE ALUMNOS QUE COMPARTEN UNA COMPUTADORA (AC)

Q	E S T R A T O			TOTAL	
	1	2	3		
PRIM.	1 - 2	3	0	2	5
	3 - 4	2	2	1	5
	5 - 6	1	0	0	1
SEC.	1 - 2	3	1	2	6
	3 - 4	1	2	2	5
	5 - 6	1	1	0	2
PREPA.	1 - 2	4	1	1	6
	3 - 4	0	2	0	2
	5 - 6	0	2	0	2
GENERAL	1 - 2	10	2	5	17
	3 - 4	3	6	3	12
	5 - 6	2	3	0	5
<hr/>					
MEDIA/PRIM.	2.83333	3.50000	2.16667	2.84426	
VARIANZA	.09272	.00000	.07955	.02501	
MEDIA/SEC.	2.70000	3.50000	2.50000	2.87049	
VARIANZA	.11126	.16392	.07955	.04165	
MEDIA/PREPA.	1.50000	3.90000	1.50000	2.16885	
VARIANZA	.00000	.17212	.00000	.01337	
MEDIA/GENERAL	2.43333	3.68182	2.25000	2.73318	
VARIANZA	.07683	.12070	.06392	.02996	

TABLA 24: NIVELES EN LOS QUE LES GUSTARIA DAR SERVICIO DE COMPUTO, EN CASO DE NO TENERLO (NSC)

Q	E S T R A T O			TOTAL
	1	2	3	
PRIMARIA	7	4	3	14
SECUNDARIA	3	3	1	7
PREPARATORIA	0	1	2	3
<hr/>				
PROPORCIONES DE ESCUELAS				
PRIMARIA:				
PROPORCION	.77778	.66667	.60000	.70018
VARIANZA	.00634	.01503	.01482	.00367
SECUNDARIA:				
PROPORCION	.33333	.50000	.20000	.34481
VARIANZA	.00816	.01691	.00988	.00383
PREPARATORIA:				
PROPORCION	.00000	.16667	.40000	.15137
VARIANZA	.00000	.00940	.01482	.00187

## 2.6.2 Pruebas de Hipótesis

Para saber si las hipótesis planteadas en el inciso 2.3 de este capítulo son verdaderas o falsas, es necesario usar una parte de la Inferencia Estadística llamada "Pruebas de Hipótesis". Estas pruebas requieren de una hipótesis nula ( $H_0$ ) y una hipótesis alterna ( $H_1$ ).

En este caso, las hipótesis planteadas anteriormente representarán las hipótesis alternas, y es necesario plantear para cada una de ellas, una hipótesis nula que las contraste. Estas pruebas de hipótesis también requieren de un estadístico de prueba, en base al cual se podrá decidir si se rechaza la hipótesis nula (significa aceptar la hipótesis alterna) o si no se tiene suficiente evidencia para rechazarla.

A continuación se presentan las pruebas para las nueve hipótesis propuestas:

### \* Hipótesis

$H_0$ : El porcentaje de escuelas con servicio de cómputo en el estrato  $i$  es menor o igual al 70 %.

$H_1$ : El porcentaje de escuelas con servicio de cómputo en el estrato  $i$  es mayor al 70 %.

$H_0$ :  $p_i \leq 0.7$

$H_1$ :  $p_i > 0.7$        $i = 1, 2, 3$

Datos:

$$\hat{p}_1 = 0.52632 \quad n_1 = 19$$

$$\hat{p}_2 = 0.45455 \quad n_2 = 11$$

$$\hat{p}_3 = 0.54545 \quad n_3 = 11$$

Estadístico de Prueba

Como para cada uno de los estratos se cumple que  $[np \geq 5]$  y  $[n(1-p) \geq 5]$ , entonces para todos los casos se usa el estadístico con distribución Normal

$$Z_i^* = \frac{\hat{p}_i - p_i}{\sqrt{\frac{p_i(1-p_i)}{n_i}}} \quad i = 1, 2, 3$$

donde:

$\hat{p}_i$  = proporción observada de escuelas con servicio de cómputo en el estrato  $i$ ,

$p_i$  = proporción de escuelas con servicio de cómputo en el estrato  $i$ , dada en

la hipótesis nula,  
 $n_i$  = tamaño de la muestra en el estrato  $i$ .  
 Sustituyendo los datos en  $Z_{\lambda}^*$  se tiene:

$$Z1^* = -1.65203$$

$$Z2^* = -1.77644$$

$$Z3^* = -1.11855$$

Valor crítico y Regla de decisión:

Tomando en cuenta un nivel de significancia ( $\alpha$ ) del 5 %, el valor teórico de la distribución Normal (una cola) es  $Z_{(0.05)}^* = 1.645$ , esto implica que se rechaza  $H_0$  si  $Z_{\lambda}^* > 1.645$ .

Dado que:

$Z_{\lambda}^* < 1.645 \implies$  no existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$  en el estrato  $i$  ( $i = 1, 2, 3$ ).

#### \* Hipótesis

$H_0$ : No existen diferencias en cuanto al porcentaje de escuelas con servicio de cómputo, dependiendo del municipio.

$H_1$ : Existen diferencias en cuanto al porcentaje de escuelas con servicio de cómputo, dependiendo del municipio.

$H_0: p_1 = p_2 = p_3$

$H_1$ : Al menos un porcentaje diferente.

Estadístico de Prueba:

$$\chi^2 = \frac{\sum (f_o - f_t)^2}{f_t} \quad \text{con } (R-1)(C-1) \text{ grados de libertad,}$$

donde:

$f_o$  = frecuencia observada,

$f_t$  = frecuencia teórica =  $\frac{n_{Ri} \cdot n_{Cj}}{n}$ ,

$R$  = número de renglones en la Tabla 1,

$C$  = número de columnas en la Tabla 1.

Tabla de Contingencia

	$f_{o1}$	$f_{t1}$	$f_{o2}$	$f_{t2}$	$f_{o3}$	$f_{t3}$	$n_{Cj}$
con serv.	10	9.73171	5	5.63415	6	5.63415	21
sin serv.	9	9.26829	6	5.36585	5	5.36585	20
$n_{Ri}$	19		11		11		41

**Valor crítico y Regla de decisión:**

Tomando en cuenta el nivel de significancia ( $\alpha$ ) del 5 %, el valor teórico de la distribución  $\chi^2$  con dos grados de libertad es 5.991. Se rechaza  $H_0$  si  $\chi^2_i$  de tablas es menor a  $\chi^2$  calculada.

**Decisión:**

Como  $\chi^2 = 0.66626 < \chi^2_i = 5.991$ , entonces no existe evidencia suficiente para rechazar  $H_0$ .

**\* Hipótesis**

$H_0$ : El porcentaje de escuelas que tienen equipo propio en el estrato  $i$  es menor o igual al 30 %.

$H_1$ : El porcentaje de escuelas que tienen equipo propio en el estrato  $i$  es mayor al 30 %.

$H_0$ :  $p_i \leq 0.3$

$H_1$ :  $p_i > 0.3 \quad i = 1, 2, 3$

**Datos:**

$$\hat{p}_1 = 0.47368 \quad n_1 = 19$$

$$\hat{p}_2 = 0.45455 \quad n_2 = 11$$

$$\hat{p}_3 = 0.54545 \quad n_3 = 11$$

**Estadístico de Prueba:**

Como para cada uno de los estratos se cumple que  $[np \geq 5]$  y  $[n(1-p) \geq 5]$ , entonces para todos los casos se usa el estadístico con distribución Normal

$$Z^*_i = \frac{\hat{p}_i - p_i}{\sqrt{\frac{p_i(1-p_i)}{n_i}}} \quad i = 1, 2, 3$$

donde:

$\hat{p}_i$  = proporción observada de escuelas con equipo de cómputo propio, en el estrato  $i$ ,

$p_i$  = proporción de escuelas con equipo de cómputo dada en la hipótesis nula,

$n_i$  = tamaño de la muestra en el estrato  $i$ .

sustituyendo valores se tiene:

$$Z_1^* = 1.65203$$

$$Z_2^* = 1.11855$$

$$Z3^* = 1.77644$$

Valor crítico y Regla de decisión:

Tomando en cuenta un nivel de significancia ( $\alpha$ ) del 5 %, el valor teórico de la distribución Normal (una cola) es  $Z_{(0.05)} = 1.645$ , esto implica que se rechaza  $H_0$  si  $Z_L^* > 1.645$ .

Decisión:

dado que  $Z1^* > Z_{(0.05)} \implies$  Existe evidencia suficiente para rechazar  $H_0$  en el estrato uno.

$Z2^* < Z_{(0.05)} \implies$  No existe evidencia suficiente para rechazar  $H_0$  en el estrato dos.

$Z3^* > Z_{(0.05)} \implies$  Existe evidencia suficiente para rechazar  $H_0$  en el estrato tres.

#### \* Hipótesis

$H_0$ : El porcentaje de escuelas que imparten la materia de computación en Naucalpan es menor o igual al 45 %.

$H_1$ : El porcentaje de escuelas que imparten la materia de computación en Naucalpan es mayor al 45 %.

$H_0$ :  $p \leq 0.45$

$H_1$ :  $p > 0.45$

Datos:

$$\hat{p} = 0.42105 \quad n = 19$$

Estadístico de Prueba:

Como para cada uno de los estratos se cumple que  $[np \geq 5]$  y  $[n(1-p) \geq 5]$ , entonces para todos los casos se usa el estadístico con distribución Normal

$$Z^* = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$Z^* = -0.25365$$

Valor crítico y Regla de decisión:

Con un nivel de confianza del 95 %  $Z_{(0.05)}^* = 1.645$ . Se rechaza  $H_0$  cuando  $Z^* > Z_{(0.05)}^*$

Decisión:

Dado que  $Z^* < Z \implies$  No existe evidencia suficiente para rechazar  $H_0$ .



H<sub>0</sub>: El porcentaje de escuelas que imparten la materia de computación en Tlalnepantla es menor o igual al 40 %.

H<sub>1</sub>: El porcentaje de escuelas que imparten la materia de computación en Tlalnepantla es mayor al 40 %.

H<sub>0</sub>:  $p \leq 0.4$

H<sub>1</sub>:  $p > 0.4$

Datos:

$$\hat{p} = 0.45455 \quad n = 11$$

$$\Rightarrow Z^* = 0.36931$$

Decisión:

Dado que  $Z^* < Z \Rightarrow$  No existe evidencia suficiente para rechazar H<sub>0</sub>.

H<sub>0</sub>: El porcentaje de escuelas que imparten la materia de computación en Atizapán es menor o igual al 50 %.

H<sub>1</sub>: El porcentaje de escuelas que imparten la materia de computación en Atizapán es mayor al 50 %.

H<sub>0</sub>:  $p \leq 0.5$

H<sub>1</sub>:  $p > 0.5$

Datos:

$$\hat{p} = 0.45455 \quad n = 11$$

$$\Rightarrow Z^* = -0.30777$$

Decisión:

Dado que  $Z^* < Z \Rightarrow$  No existe evidencia suficiente para rechazar H<sub>0</sub>.

#### \* Hipótesis

H<sub>0</sub>: No existen diferencias en cuanto al promedio de computadoras disponibles por escuela dependiendo del municipio.

H<sub>1</sub>: Existen diferencias en cuanto al promedio de computadores disponibles por escuela, dependiendo del municipio.

H<sub>0</sub>:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H<sub>1</sub>: Al menos una  $\mu$  diferente.

Datos:

	1	2	3	$\Sigma$
$n_j$	19	11	11	41
$T_j$	106	38	43	
$\bar{x}_j$	5.57895	3.45454	3.90901	

donde:

- $n_j$  = tamaño de la muestra en el estrato  $j$ ,
- $T_j$  = total en el estrato  $j$ ,
- $\bar{x}_j$  = media muestral en el estrato  $j$ ,  
( $j = 1, 2, 3$ ).

El estadístico de prueba a utilizar es la  $F$  de Fisher.

#### ANOVA (Tabla de Análisis de Varianza)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	$F^*$
Intergrupos	$SSB = \sum n_j (\bar{x}_j - \bar{x})^2$	$c-1$	$MSB = SSB / (c-1)$	$\frac{MSB}{MSW}$
Intragrupos	$SSW = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$	$n-c$	$MSW = SSW / (n-c)$	
TOTAL	$SST = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$	$n-1$		

#### ANOVA (usando datos y fórmulas)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	$F^*$
Intergrupos	37.82962	2	18.91481	0.21251
Intragrupos	3382.26799	38	89.00705	
TOTAL	3420.09761	40		

Valor crítico y Regla de Decisión:

Con una confianza del 95 % y una  $F$  con  $(c-1)$  ( $n-c$ ) grados de libertad, se obtiene  $F_{(2, 38)}$  = 3.25. Se rechaza  $H_0$  si  $F^* > F_{(2, 38)}$ .

Decisión:

Como  $F^* < F \implies$  No existe evidencia suficiente para rechazar  $H_0$ .

Para la aplicación de la técnica de Análisis de Varianza es preciso que los datos cumplan con los siguientes supuestos:

- Normalidad.
- Homogeneidad de Varianza.

## - Independencia de errores.

En este caso no se tiene seguridad de que se cumplan tales supuestos, es por ello que se decide hacer una prueba de hipótesis relativa a las varianzas utilizando un distribución Fisher.

$$H_0: \sigma_2^2 = \sigma_1^2 - \sigma_1^2 = 0 \text{ o } \sigma_2^2 = \sigma_1^2$$

$$H_1: \sigma_2^2 \neq \sigma_1^2$$

Datos:

$$S_2^2 = 5.59146$$

$$n_1 = 19$$

$$S_1^2 = 1.62728$$

$$n_2 = 11$$

Estadístico de Prueba:

$$F^* = \frac{S_2^2}{S_1^2}$$

Valor crítico y Regla de decisión:

$$\text{Se rechaza } H_0 \text{ si } F^* > F_{(\alpha/2, n_1-1, n_2-1)} = F_{(0.05, 18, 10)} = 2.802.$$

Decisión:

$$\text{Dado que } F^* = 3.436 > F_{(0.05, 18, 10)} = 2.802$$

⇒ Existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$

Tomando en consideración el resultado anterior se avoca por el empleo del método no paramétrico conocido como Prueba de Kruskal-Wallis.

$H_0$ : No existen diferencias en cuanto al valor medio de computadoras disponibles por escuela, dependiendo del municipio.

$H_1$ : Existen diferencias en cuanto al valor medio de computadoras disponibles por escuela, dependiendo del municipio.

$H_0$ :  $M_1 = M_2 = M_3$

$H_1$ : No todas las medianas son iguales.

Tabla de Frecuencias

$x_1$	frec.	$x_2$	frec.	$x_3$	frec.
0	10	0	6	0	5
1	1	3	1	1	1
3	1	5	2	5	1
4	1	9	1	6	1
5	1	16	1	8	1
6	1			11	1
7	1			12	1
10	1				
15	1				
55	1				

donde  $x_i$  = número de computadoras por escuela en el estrato  $i$  ( $i=1,2,3$ ).

Tomando en cuenta los datos de la Tabla de Frecuencias anterior, se obtienen los siguientes resultados convertidos por jerarquía, es decir, numerando los elementos en forma ascendente de acuerdo a su valor real.

Tabla de Frecuencias por Jerarquía

$x_i^1$	frec.	$x_i^2$	frec.	$x_i^3$	frec.
11	10	11	6	11	5
22.5	1	24.5	1	22.5	1
24.5	1	28.5	2	28.5	1
26	1	35	1	31.5	1
28.5	1	40	1	34	1
31.5	1			37	1
33	1			38	1
36	1				
39	1				
41	1				

Estadístico de Pruebas:

$$H^a = \frac{12}{n(n+1)} \sum_j \frac{T_j^2}{n_j} - 3(n+1)$$

donde:

$T_j = \sum x_{ij}^j$  = suma de los números asignados a la muestra  $j$ ,  
 $n$  = tamaño de la muestra,  
 $n_j$  = tamaño de la muestra en el estrato  $j$  ( $j=1,2,3$ ),

y además se cumple que:

$$T_1 + T_2 + T_3 = n(n+1)/2$$

$$392 + 222.5 + 246.5 = 41(42)/2 \\ 861 = 861$$

Por lo tanto:

$$H^a = 0.21594$$

Valor crítico y Regla de decisión:

El valor crítico  $\chi^2$  con  $(c-1) = 2$  grados de libertad y un nivel de confianza del 95 % es 5.991. Se rechaza  $H_0$  si  $H^a > \chi^2_{\alpha}$ .

Decisión:

Como  $H^a < \chi^2_{\alpha}$   $\implies$  No existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis

nula.

8 Hipótesis

H<sub>0</sub>: No existen diferencias en cuanto al promedio de alumnos por grado que tienen servicio de cómputo, dependiendo del municipio.

H<sub>1</sub>: Existen diferencias en cuanto al promedio de alumnos por grado que tienen servicio de cómputo, dependiendo del municipio.

H<sub>0</sub>:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H<sub>1</sub>: al menos una  $\mu$  diferente.

Datos:

A partir de los datos de la Tabla 21 se obtiene la siguiente información:

	1	2	3	T
$n_j$	12	12	12	36
$T_j$	2052	1101	674	
$\bar{x}_j$	171	91.57	56.17	

Estadístico de Pruebas:

El estadístico a utilizar es la F de Fisher definido anteriormente.

ANOVA (Usando los datos anteriores y las fórmulas)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F*
Intergrupos	82933.7222	2	41666.8611	4.4603
Intragrupos	308276.9167	33	9341.7248	
TOTAL	391210.6389	35		

Valor crítico y Regla de decisión:

La distribución F con (c-1) (n-c) grados de libertad y una significancia del 5 % es  $F_{(2,33)} = 3.29$ . Se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), si  $F^* > F_{(2,33)}$ .

Decisión:

Como  $F^* = 4.4603 > F_{(2,33)} = 3.29$

=> Existe suficiente evidencia para rechazar H<sub>0</sub>.

8 Hipótesis

H<sub>0</sub>: El promedio de horas/semana que los alumnos

tienen acceso a las computadoras en menor o igual dos, para la población.

H<sub>1</sub>: El promedio de horas/semana que los alumnos tienen acceso a las computadoras es mayor a dos.

H<sub>0</sub>:  $\mu \leq 2$

H<sub>1</sub>:  $\mu > 2$

Datos:

$$\begin{aligned}\bar{y} &= 2.19279 \\ v(\bar{y}) &= 0.02600 \\ n &= 20\end{aligned}$$

Estadístico de Pruebas:

$$t^* = \frac{\bar{y} - \mu_y}{\sqrt{v(\bar{y})}}$$

Valor crítico y Regla de decisión:

La distribución t con (n-1) grados de libertad con una confianza del 95 % es 1.7613. Se rechaza H<sub>0</sub> si  $t^* > t_{\alpha}$ .

Decisión:

Como  $t^* = 1.19563 < t_{\alpha}$ ,  $\Rightarrow$  No existe suficiente evidencia para rechazar H<sub>0</sub>.

### • Hipótesis

H<sub>0</sub>: El promedio de alumnos que comparten una computadora en Naucalpan es menor o igual a dos.

H<sub>1</sub>: El promedio de alumnos que comparten una computadora en Naucalpan es mayor a dos.

H<sub>0</sub>:  $\mu \leq 2$

H<sub>1</sub>:  $\mu > 2$

Datos:

$$\begin{aligned}\bar{y} &= 2.43333 \\ v(\bar{y}) &= 0.07683 \\ n &= 15\end{aligned}$$

Estadístico de Pruebas:

$$t^* = \frac{\bar{y} - \mu_y}{\sqrt{v(\bar{y})}}$$

Valor crítico y Regla de decisión:

La distribución  $t$  con  $(n-1) = 14$  grados de libertad con una confianza del 95 % es 1.7613. Se rechaza  $H_0$  si  $t^* > t_{14}$ .

Decisión:

Como  $t^* = 1.56334 < t_{14} \implies$  No existe evidencia suficiente para rechazar  $H_0$  en Naucalpan.

$H_0$ : El promedio de alumnos que comparten una computadora en Tlalnepantla es menor o igual a tres.

$H_1$ : el promedio de alumnos que comparten una computadora en Tlalnepantla es mayor a tres

$H_0: \mu \leq 3$

$H_1: \mu > 3$

Datos:

$$\begin{aligned}\bar{y} &= 3.68182 \\ v(\bar{y}) &= 0.12070 \\ n &= 11\end{aligned}$$

Valor crítico y Regla de decisión:

La distribución  $t$  con 10 grados de libertad con una confianza del 95 % es 1.8125. Se rechaza  $H_0$  si  $t^* > t_{10}$ .

Decisión:

Como  $t^* = 1.96253 > t_{10} \implies$  Existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$  en Tlalnepantla.

$H_0$ : El promedio de alumnos que comparten una computadora en Atizapán es menor o igual uno.

$H_1$ : El promedio de alumnos que comparten una computadora en Atizapán es mayor a uno.

$H_0: \mu \leq 1$

$H_1: \mu > 1$

Datos:

$$\begin{aligned}\bar{y} &= 2.25 \\ v(\bar{y}) &= 0.06392 \\ n &= 8\end{aligned}$$

Valor crítico y Regla de Decisión:

La distribución  $t$  con 7 grados de libertad con una confianza del 95 % es 1.8955. Se rechaza  $H_0$  si  $t^* > t_7$ .

Decisión:

Como  $t^* = 4.94415 > t_7 \implies$  Existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$  en Atizapán.

8 **Hipótesis**

$H_0$ : El porcentaje de escuelas a las que les gu-  
taría que se impartiera la computación como  
materia a los alumnos es menor o igual al  
30 %.

$H_1$ : El porcentaje de escuelas a las que les gu-  
taría que se impartiera la computación como  
materia a los alumnos es mayor al 30 %.

$H_0$ :  $p \leq 0.3$

$H_1$ :  $p > 0.3$

Datos:

$$\hat{p} = 0.46451 \quad n = 41$$

Estadístico de Prueba:

$$Z^* = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$Z^* = 2.29866$$

Valor crítico y Regla de decisión:

Con un nivel de confianza del 95 %

$Z = 1.645$ . Se rechaza  $H_0$  cuando  $Z^* > Z$ .

Decisión:

Como  $Z^* > Z \implies$  Existe evidencia suficiente  
para rechazar  $H_0$ .

### 2.6.3 Interpretación de Resultados

Tomando en consideración las Tablas y Pruebas de Hipótesis desarrolladas en las secciones 2.6.1 y 2.6.2, se hace la interpretación de resultados. Esta interpretación se presenta a continuación de cada una de las variables e hipótesis según sea el caso, tomando en cuenta una confianza del 95%.

Las Gráficas (2.3,...,2.6) representan, en términos generales, las proporciones de escuelas sin equipo de cómputo; con equipo; y sus usos.

(SC) Escuelas con servicio de cómputo

El porcentaje de escuelas con servicio de cómputo en los tres municipios fluctúa alrededor del 50 %, y con el nivel de confianza antes mencionado, este porcentaje para la población total se encuentra entre el 38 % y el 64 %. De la prueba de la hipótesis uno, se deduce que el porcentaje no supera al 70 % en ninguno de los municipios, y de la



# NAUCALPAN

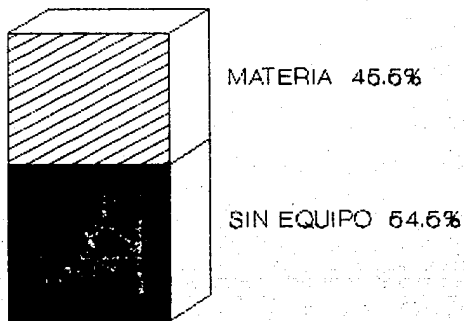
## USOS DE LA COMPUTADORA



GRAFICA 2.3

# TLALNEPANTLA

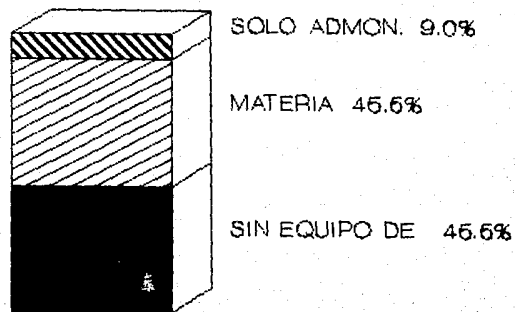
## USOS DE LA COMPUTADORA



GRAFICA 2.4

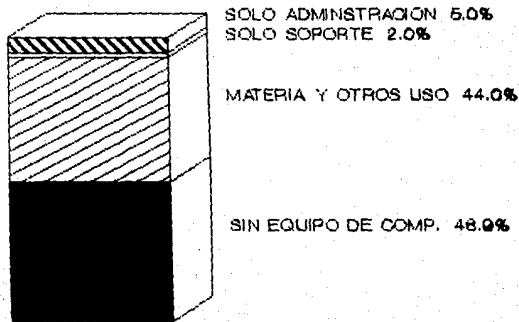
# ATIZAPAN

## USOS DE LA COMPUTADORA



GRAFICA 2.6

# POBLACION TOTAL USOS DE LA COMPUTADORA



GRAFICA 2.8

prueba de la hipótesis dos, se deduce que no existen diferencias significativas en cuanto a los porcentajes en los tres municipios.

- (EQ) **Características del Equipo**  
De los resultados de la Tabla 2, se infiere que todas las escuelas con servicio tienen equipo propio, excepto en Naucalpan, donde una mínima parte cuenta con equipo rentado. Para la población total se observa que el 57% (aprox.) de escuelas con este servicio está compuesto por el 49 % con equipo propio, y sólo el 2 % con equipo rentado. De la prueba de la hipótesis tres, se concluye que en Naucalpan y en Atizapán el porcentaje de escuelas con servicio de cómputo y equipo propio es mayor al 30 % sobre la población total, mientras que en Tlalnepantla no se puede decir que el porcentaje supere al 30 %.
- (FF) **Fuentes de Financiamiento**  
En cuanto a las fuentes de financiamiento para la adquisición de equipo, se observa gran diferencias. En Naucalpan y Tlalnepantla, el porcentaje de escuelas que adquieren el equipo por medio del fondo de la escuela va del 24 % al 61 % y del 20 % al 71 % respectivamente, sobre la población total; y en Atizapán este porcentaje varía entre 0 % y 23 %. Para la población global (los tres municipios) este porcentaje se encuentra entre el 23 % y 43 %, es decir, de las 122 escuelas en la zona, el 35 % aproximadamente tienen equipo de cómputo adquirido a través del fondo de la propia escuela.
- (TE) **Tipo de Equipo**  
Se puede decir que la mayoría de las escuelas con servicio de cómputo trabajan con micros, esto es, en Tlalnepantla y Atizapán todas las escuelas con este servicio las usan, y en Naucalpan, del 53 % de escuelas que tienen el servicio, sólo un 11 % emplea terminales o redes. Por lo tanto, el 49 % de la población total trabajan con micros, y sólo el 2 % usa redes o terminales. Además el 90 % de estas escuelas tienen impresoras.
- (MM) **Marcas de Micros**  
De las escuelas que utilizan micros, se puede inferir que alrededor del 50 % emplean marca Commodore, aproximadamente el 25 %

Printforma, y el 46 % otras (Atari, H.P., Apple, BPM), dándose el caso en que algunas escuelas usan más de una marca.

- (MI) **Marcas de Impresoras**  
De las escuelas que tienen impresoras, un 48% utiliza marca Atti, 26 % Delta y 30 % otras (Apple, Entera, Comodore, Brother), dándose también el caso en que algunas escuelas usan más de una marca. Se observa además que en Naucalpan hay más variedad de marcas.
- (TB) **Tipo de Software**  
De las escuelas que tienen el servicio, el 80% ofrece el lenguaje BASIC (siendo notorio que en Tlalnepantla el 100 % de ellas lo hace); el 37 % LOGO (éste es homogéneo en todos los municipios); el 10 % utiliza paquetes educativos (se observa que en Tlalnepantla no son utilizados); y el 53 % trabaja con paquetes administrativos (siendo en el municipio de Atizapán en el que menos se utilizan). También se da la situación en que algunas escuelas utilizan más de un tipo de software.
- (ALC) **Area del Laboratorio de Cómputo**  
De las escuelas que tienen laboratorio, el 37% de ellas tienen un área de 10 a 30 m<sup>2</sup>; el 53% de 31 a 70 m<sup>2</sup>; y el 10 % más de 70 m<sup>2</sup>. En Naucalpan se observa que aproximadamente la mitad de los laboratorios caen en el primer rango, y la mayoría de los laboratorios de los otros municipios están dentro del segundo rango.
- (PLC) **Personal relacionado con el Laboratorio**  
El 96 % de las escuelas con laboratorio de cómputo tienen personal académico; el 47 % de ellas tienen personal encargado de la administración del laboratorio; y el 29 % tienen personal de vigilancia y/o mantenimiento del mismo.
- (UC) **Usos de la Computadora**  
El 86 % de las escuelas con laboratorio, lo usan para impartir la materia de computación; el 10 % para dar soporte educativo; y el 53% para aspectos administrativos. Pero se observa que, en Tlalnepantla no usan la computadora para dar soporte educativo y en Atizapán sólo un 16 % de escuelas usan la computadora para asuntos administrativos. De la prueba de la hipótesis cuatro, se tiene

suficiente evidencia para decir que de las 56 escuelas que existen en Naucalpan a lo más el 45 % de ellas imparten la materia de computación; de las 34 escuelas en Tlalnepantla, a lo más el 40 %; y de las 32 escuelas en Atizapán, a lo más el 50 %.

- (C) **Número de Computadoras**  
 De las escuelas que tienen servicio de cómputo, el número promedio de computadoras por escuela en la zona es 8.9, donde:  
 El promedio de Commodore es 3.3  
 El promedio de H.P. es 3.1  
 El promedio de Apple es 1.1  
 El promedio de otras es 1.4
- El promedio en el estrato 1 es 10.6  
 El promedio en el estrato 2 es 7.6  
 El promedio en el estrato 3 es 7.2

Tomando en cuenta a la población total (122 escuelas), el número promedio de computadoras por escuela en la zona es 4.6, donde:  
 El promedio en Naucalpan es 5.6  
 El promedio en Tlalnepantla es 3.4  
 El promedio en Atizapán es 3.9

Estos últimos promedios presentan algunas diferencias, sin embargo, con la prueba de la hipótesis cinco, se demuestra que no existe suficiente evidencia para afirmar que los valores medios en los tres municipios sean diferentes.

En general, se observa que las computadoras Commodore son las que más se utilizan en los tres municipios; las H.P. son utilizadas a gran escala, sólo en el municipio de Naucalpan, donde se tiene una variación muy grande del número de estas computadoras por escuela dentro del propio municipio.

- (I) **Número de Impresoras**  
 De las escuelas que tienen servicio de cómputo, el promedio de impresoras por escuela es 2.2, donde:  
 El promedio de Atti es 1.0  
 El promedio de Delta es 0.4  
 El promedio de Entesia es 0.5  
 El promedio de otras es 0.3
- El promedio en el estrato 1 es 2.9  
 El promedio en el estrato 2 es 1.8  
 El promedio en el estrato 3 es 1.3

El municipio que tiene mayor número promedio de impresoras es Naucalpan, y además la Entea es utilizada sólo en este municipio; sin embargo, el número promedio de Atti en Tlalnepantla es mayor.

- (P) Número de Personas que se ocupan en el L.C.  
De las escuelas que tienen servicio de cómputo, el número promedio de personas por escuela es 4.1, donde:  
El promedio del personal académico es 2.4  
El promedio del personal administrativo es 0.9  
El promedio del personal de otro tipo es 0.8
- El prom. del personal en Naucalpan es 4.8  
El prom. del personal en Tlalnepantla es 3.2  
El prom. del personal en Atizapán es 3.5

El municipio que tiene el mayor número promedio de empleados para el servicio del Laboratorio de Cómputo, por escuela, es Naucalpan, donde el 70 % del personal es de tipo académico; sin embargo, en Atizapán se emplean más personas para el mantenimiento y vigilancia del laboratorio (1.2 por escuela).

- (AM) Alumnos por grado que cursan la mat. de comp.  
(AG) Alumnos/grado que pueden tener la materia

Esta proporción sobre la población total representa un 77 %; en nivel primaria es de 92 % debido a que en algunas ocasiones la materia es optativa o se da sólo soporte; en secundaria es del 100 %, puesto que es obligatoria; y en preparatoria es del 53 %, ya que no se imparte en todos los grados (por lo general sólo se da en tercero y cuarto semestre). Por municipio los porcentajes son: 67 % para Naucalpan; 95 % para Tlalnepantla; y 77 % para Atizapán.

- (A) Número de alumnos que tienen serv. de cómputo  
El número promedio general de alumnos por escuela que tienen servicio de cómputo es 185; para primaria es 146; para secundaria es 110; y para preparatoria es 117 (esto se debe a que hay escuelas donde se imparten uno o dos o tres niveles). El promedio por municipio es 205 para Naucalpan; 220 para Tlalnepantla; y 112 para Atizapán.  
Tomando en consideración tanto las escuelas con servicio de cómputo como las escuelas sin servicio, este promedio decrece



considerablemente, esto es, el número promedio general es 94; para primaria es 46; para secundaria es 58; y para preparatoria es 82. Y en los municipios es 108 para Naucalpan; 100 para Tlalnepantla; y 61 para Atizapán.

Se observa que a nivel secundaria en Naucalpan el promedio es mayor (77) que en los otros dos municipios. De la prueba de la hipótesis seis se sabe que hay diferencias en cuanto al promedio de alumnos por grado que tienen servicio de cómputo, dependiendo del municipio.

- (H) Número de horas/semana que los alumnos tienen acceso a las computadoras

El número promedio general de horas/semana es de 2.19, y se dice con una confianza del 95% que este promedio va de 1.88 a 2.51, pero de la prueba de la hipótesis siete resulta que no existe evidencia suficiente para afirmar que este promedio sea mayor a dos. El número promedio de horas/semana para primaria es 1.5; para secundaria 2.2; y para preparatoria 2.6. Se observa que mientras el nivel académico es más elevado, el tiempo del que disponen los alumnos para usar las computadoras es mayor. Por municipio este promedio es de 1.8 en Naucalpan; 3.3 en Tlalnepantla; y 1.8 en Atizapán. Es notorio que en Tlalnepantla, los alumnos disponen de más tiempo para usar las computadoras, sobre todo en secundaria (2.8) y preparatoria (4.5).

- (AC) Núm. de alumnos que comparten una computadora

El número promedio general de alumnos que comparten un computadora está entre 2.4 y 3.1; en primaria entre 2.5 y 3.1; en secundaria entre 2.5 y 3.3; y en preparatoria entre 1.9 y 2.4. De lo que se observa que a nivel preparatoria menos alumnos comparten una computadora. El número promedio por municipio es 2.4, 3.6, y 2.3 en Naucalpan, Tlalnepantla y Atizapán respectivamente. A partir de la prueba de la hipótesis ocho, se dice que el promedio en Naucalpan no sobre pasa a 2; en Tlalnepantla es mayor que 3; y en Atizapán es mayor que 1. De lo que se desprende que en Tlalnepantla, por lo general más alumnos comparten una computadora.

- (EGM) Escuelas que quieren que se imparta la materia de computación

De las escuelas que no tienen servicio de cómputo o que sólo usan la computadora para aspectos administrativos, al 87 % les gustaría impartir la materia de computación y al resto no. Sin embargo, en Tlalnepantla prácticamente a todas les gustaría que se impartiera la materia. De la prueba de la hipótesis nueve se infiere que el 54 % de las escuelas sin servicio de cómputo para los alumnos se compone por más del 30 % de escuelas que quieren tener la materia (y menos del 24 % de ellas que no quieren), es decir, más del 56 % de las escuelas sin servicio de cómputo a los alumnos desean impartir la materia.

- (EQS) Escuelas que quieren soporte a la enseñanza. Ocurre lo mismo que para la variable anterior.
- (CRF) Cuenta con Recursos Financieros para la adquisición de equipo de cómputo. De las escuelas que no tienen equipo de cómputo, el 50 % cuenta con recursos para adquirirlo, y se observa que en Tlalnepantla existe el mayor porcentaje (84 %) de escuelas que cuentan con este tipo de recursos.
- (TAD) Tiene Área Disponible para la instalación del Laboratorio de Cómputo. De las escuelas que no tienen laboratorio, el 41 % de ellas dispone de área para instalarlo. Donde existe el mayor porcentaje (67 %) de escuelas con área disponible, es en Tlalnepantla, y donde el porcentaje es menor (23 %) es en Naucalpan.
- (NSC) Niveles en los que les gustaría dar el servicio de cómputo, en caso de no tenerlo. En general, al 95 % de las escuelas sin servicio de cómputo les gustaría tenerlo; en Naucalpan sólo al 88 %, pero en Tlalnepantla y Atizapán al 100 %. El 75 % de las escuelas sin servicio tienen primaria y sólo al 70 % de ellas les gustaría tener el servicio; el 54 % tiene secundaria, pero sólo al 34 % les gustaría tenerlo; y el 32 % tienen preparatoria, y sólo al 15 % les gustaría tenerlo a este nivel. Se observa en general que las preparatorias de Naucalpan que no tienen servicio de cómputo, no se interesan en conseguirlo.

Como breve resumen del resultado del análisis en este capítulo, se puede decir que aproximadamente a la mitad de las escuelas en la Zona definida en la Fig. 1.1 cuentan con servicio de cómputo.

De la otra mitad, es decir, las escuelas que no tienen este servicio, a la gran mayoría les gustaría tenerlo debido principalmente al auge que ha tenido la computación dentro de todos los ámbitos de la actividad humana. Aproximadamente el 50 % de estas escuelas cuenta con los recursos necesarios y el área disponible para establecer un laboratorio de cómputo.

Las escuelas que si tienen servicio de cómputo para los alumnos, por lo general cuentan con pocas computadoras en proporción al número elevado de alumnos, trayendo consigo ciertas desventajas tales como que varios alumnos compartan una computadora y que el tiempo disponible para hacer uso de ellas sea muy corto. Además las computadoras de que disponen son en su mayoría microcomputadoras de 8 bits no compatibles, lo cual origina desconcierto en los discípulos al usar otro tipo de microcomputadora.

Por lo tanto en el siguiente capítulo se hará un análisis de las computadoras, con el fin de determinar cual es (son) la(s) computadora(s) más adecuada(s) a las necesidades de cómputo de las escuelas, y que además sea(n) de calidad garantizada, de fácil manejo y al menor precio, entre otros requisitos.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CAPITULO III

### ANALISIS DE MERCADO

#### 3.1 Adquisición de Bienes y Servicios Informáticos

Las empresas proveedoras de bienes y servicios informáticos pueden ser clasificadas en tres grupos:

- 1.- Empresas abastecedoras de hardware.
- 2.- Empresas abastecedoras de software.
- 3.- Empresas abastecedoras de servicios de cómputo.

Las primeras son de cuatro tipos a saber:

- Las manufactureras de hardware, tales como IBM, Burroghs NCR, etc.
- Las manufactureras de periféricos, las cuales ofrecen los componentes que se usan en las computadoras. Entre éstas se encuentran ATTI, AMPEX, etc.
- Las compañías arrendatarias, quienes compran las computadoras que el usuario desea y se las renta por un periodo determinado.
- Los vendedores, éstos ofrecen equipo periférico y artículos de escritorio, y en algunos casos también ofrecen equipo usado.

Dentro del segundo tipo de empresas, son las manufactureras las mayores suministradoras de software, pero las mejores aplicaciones se encuentran en las casas de software. Este puede ser comprado o rentado a un costo razonable.

Las últimas empresas ofrecen los siguientes servicios: Diseño de Sistemas, Contrato de Programas, Consulta Especializada, Adiestramiento, Mantenimiento, Maquila, Servicio de Tiempo Compartido, etc.

La evaluación en la adquisición de equipo de cómputo no es una tarea fácil, ya que se deben tomar en cuenta los siguientes elementos: impacto sobre la institución, avance tecnológico y diversidad de alternativas disponibles, entre otros.

Para la selección de equipo de cómputo es recomendable cualquiera de estas dos opciones:

- a) Elegir una manufacturera con buena reputación, buen servicio y productos de calidad garantizada.
- b) Introducirse al mercado de computadoras usadas con el fin de obtener grandes descuentos que repercutan en beneficio de los usuarios. Desgraciadamente en el país, este tipo de mercado no está muy difundido.

Por lo tanto, para seleccionar al vendedor se deben considerar los siguientes aspectos:

- 1) Calidad de Servicio.
- 2) Precio/Ventajas de Funcionamiento.
- 3) Buena Reputación del Oferente.
- 4) Disponibilidad de Software.
- 5) Disponibilidad de Servicio de Distribución.
- 6) Facilidad de Instalación.

### **3.2 Investigación de Ofertas de Equipo**

#### **3.2.1 Empresas Líderes**

Entre las empresas líderes en la industria manufacturera a nivel mundial, se encuentran las siguientes:

AESPrintaform  
Apple Computer Inc.  
AT&T  
Burroughs  
Compaq Computer Corp.  
Digital Equipment  
Epson American Inc.  
Hewlett Packard  
Honeywell Bull  
International Business Machines Corp.  
Kaypro American Inc.  
National Cashier Register  
Sperry Rand  
Tandy Corp.  
Televideo Inc.  
Texas Inst.  
Toshiba American Inc.  
Wang Laboratories Inc.  
Zenith Data System

De las empresas anteriores, algunas ya tienen mercado en México. Para controlar dicho mercado, el Gobierno Federal estableció en 1981 "El Programa de Fomento a la Manufactura de Sistemas Electrónicos de Cómputo", siendo su objetivo estimular la generación de una industria de cómputo mexicana, además de obtener las divisas que el país requiere para su desarrollo.

Antes de dicho programa, la oferta de equipo de cómputo crecía en forma acelerada y desordenada, ya que era fácil conseguir la representación de una marca en E.U., establecer una oficina y vender el equipo sin importar la capacidad de soporte. Con el establecimiento del Programa de Fomento, las importaciones de equipo empiezan a ser controladas mediante permiso previo de importación, trayendo consigo una beneficiosa racionalización de la oferta. La oferta de empresas registradas en dicho programa se compone de productos fabricados localmente e importados.

Dentro de estas empresas, las marcas de computadores y/o impresoras con mayor demanda son:

\$ Alpha Micro	\$ Enteia
\$ Altos	\$ Epson
\$ Apple	\$ Hewlett Packard
\$ Atti	\$ I.B.M.
\$ Burroughs	\$ Micron
\$ Columbia	\$ N.C.R.
\$ Commodore	\$ Olivetti
\$ Cromenco	\$ Printaforn
\$ Delta	\$ Tandy
\$ Denki Corona	\$ Televideo

### 3.2.2 Tipos de Computadoras

De acuerdo a sus características, las computadoras pueden clasificarse en:

- Maxi Computadoras o Main Frame.
- Mini Computadoras.
- Microcomputadoras personales.  
(ver Anexo A).

#### Maxi Computadoras o Main Frame

Estas computadoras están encaminadas hacia la resolución de grandes problemas. A las computadoras de este tipo se les pueden conectar más de 100 terminales; tienen más de 10 GB en disco duro y más de 10 MB en memoria RAM; también usan cinta magnética, etc. Sin embargo no existe sistema operativo común y el mantenimiento y equipo periférico son muy costosos, ya que requieren de equipo de aire acondicionado, piso falso, suministro ininterrumpido de energía eléctrica, y gran cantidad de recursos humanos. Ejemplos de este tipo de computadoras son: Burroughs 500, IBM 3090, y modelos superiores a éstos.

La implantación de un sistema de este tipo en alguna institución educativa para los niveles tratados en el Capítulo II, resultaría excesivamente costosa y además de que los estudiantes no tendrían la oportunidad de

relacionarse fácilmente con Bases de Datos, Hojas de Cálculo, etc. La ventaja sería la alta velocidad de consulta y actualización.

#### Mini Computadoras.

Estas computadoras son multiusuarios, tienen gran capacidad de memoria RAM y en disco duro; el sistema operativo más común es el UNIX o XENIX. Ejemplos de este tipo son: HP9000, Alpha Micro AM1041/V, HP3000, IBM/36, IBM AS/400, etc.

Para los niveles educativos antes mencionados también resultaría costosa la implantación de un sistema de este tipo, y además no hay disponibilidad de suficientes programas educativos en el mercado nacional.

#### Microcomputadoras Personales

Estas computadoras pueden clasificarse de acuerdo al número de Bits que maneja el microprocesador (longitud de palabra) como se indica en el Cuadro 1.

#### Microcomputadoras de 8 Bits

Estas computadoras son muy útiles para aprender computación, pueden formar parte de una red, manejar pequeñas bases de datos, y también son útiles como auxiliares en el procesamiento de texto, hoja de cálculo y pequeños programas. Tienen gran disponibilidad de lenguajes, sistemas y programas de todo tipo, incluyendo los educativos.

La velocidad de reloj varía entre 1 y 4 MHz; la capacidad de memoria RAM varía de 16 a 512 KB; la mayoría de los modelos no maneja disco duro; la capacidad de disco flexible varía entre 360 KB y 1.2 MB; la mayoría de los modelos tiene sistema operativo propio.

Su precio varía entre 580 y 1400 dólares aproximadamente.

Ejemplo de ellas aparecen en el Cuadro 2.

#### Microcomputadoras de 16 Bits

Estas computadoras son muy útiles para aprender computación, pueden ser usadas como terminales de teleproceso o bien pueden formar parte de una red, y manejan bases de datos a mayor escala que las anteriores. Tienen amplias posibilidades de graficación y representación de imágenes de colores; disponen de programas y sistemas de todo tipo incluyendo también programas educativos.

Cuadro 1

MICROPROCESADORES MODELO Y MARCA				
No. Bits	INTEL	ZILOG	MOTOROLA	MOS
8	808	Z-80	6800	6501
	8080			6502
	8080A			
	8085			
16	8086	Z-800	68000	
	8088			
16/32	80286		68010	
32	80386		68020	
			68030	

Cuadro 2

MODELO	VELOCIDAD (MHZ)	MEMO.RAM (KB)		DISC.DURO (MB)		DISC.FLE. (KB)	SISTEMA OPERATIVO
		min.	max.	min.	max.		
Apple IIE	1.02	64	512	5	20	160	DOS 3.3 CP/M 2.2
BBC	2	32	512	5	40	800	Propio
Commodore 16	1	16	64	-	-	663	Propio
Commodore 64	1	64	64	-	-	1.0MB	CP/M 2.2
Commodore 128	2	128	512	-	-	1.2MB	Propio
Atari 65XE	1.79	64	64	-	-	127	Propio
Atari 130XE	1.79	128	128	-	-	127	Propio



La velocidad de reloj va de 4.77 a 8 MHz; la capacidad de memoria RAM varía entre 128 KB a 2 MB; la capacidad en disco duro va de 10 a 60 MB; la capacidad de disco flexible va desde 360 KB hasta 720 Kb; el sistema operativo de mayor uso es el MS-DOS en sus diferentes versiones.

Su precio varía entre 930 y 3990 dólares aproximadamente.

Ejemplo de ellas aparecen en el Cuadro 3.

#### Microcomputadoras 16/32 Bits

Estas computadoras manejan grandes bases de datos, hojas de cálculo, procesadores de palabras; pueden usarse independientemente empleando sistema operativo MS-DOS o pueden convertirse en multiusuario, adaptándoles hasta 6 terminales e incorporándoles el sistema operativo XENIX.

La velocidad de reloj es de 8 a 16 MHz; la capacidad de memoria RAM es de 256 KB a 7 MB; la capacidad de disco duro va de 20 a 40 MB como estándar, aunque hay modelos que sobre pasan ésta; la capacidad de disco flexible va desde 300 KB hasta 1.44 MB.

Su precio varía entre 1350 y 6410 dólares aproximadamente.

Ejemplo de ellas aparecen en el Cuadro 4.

#### Microcomputadoras de 32 Bits

Estas computadoras tienen las mismas características que las anteriores, pero con mayor potencia y velocidad. Se les pueden conectar hasta 16 terminales sin ningún problema, aunque físicamente pueden soportar hasta 64. Algunas de estas computadoras pueden manejar simultáneamente el sistema operativo MS-DOS y el UNIX o XENIX en diferentes terminales.

Su precio varía entre 7030 y 14050 dólares aproximadamente.

Ejemplo de ellas aparecen en el Cuadro 5.

Considerando la información anterior, se puede apreciar claramente que las computadoras Main Frame, Minis, Micros de 16/32 y 32 Bits rebasan bastante los requerimientos de computación a cualquier nivel (básico, medio básico y medio superior), ya que más bien estas computadoras están



Cuadro 5

MODELO	VELOCIDAD (MHZ)	MEMO-RAM (MB)		DISC. DURO (MB)		DISC. FLE. (MB)	SISTEMA OPERATIVO
		min.	max.	min.	max.		
IBM PS/2-70	25	2	16	120	120	1.44	OS/2 MS-DOS UNIX
Compaq 386/25	25	1	16	110	1.2GB	1.44	MS-DOS
Altos 2817-M	16	4	8	140	170	1.2	XENIX
BPM 386	20	1	4	80	380	1.44	MS-DOS XENIX

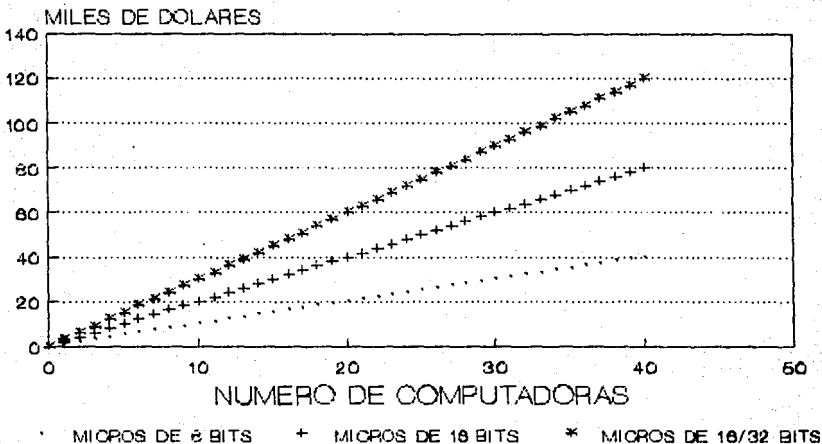
enfocadas a grandes negocios, puesto que disponen de gran capacidad y alta velocidad; y además resultan sumamente costosas.

La Gráfica 3.1 muestra una relación de precios con el número de computadoras, de la cual se puede observar que las Micros de 8 y 16 Bits se encuentran en un rango de menor precio que las Micros de 16/32 y 32 Bits.

Ahora bien tomando en cuenta sólo las Micros de 8 y 16 Bits, se puede decir que lo más idóneo sería usar las micros de 16 Bits, debido a que la diferencia en precio con las de 8 Bits, es mínimo; y poseen la ventaja de tener mayor velocidad, más capacidad de memoria; y además tienen la conveniencia de ser compatibles entre sí.

Por lo tanto, más adelante se hará un análisis de las computadoras de 16 Bits, para seleccionar la computadora óptima, la cual deberá cubrir los requerimientos de computación en los niveles de la Zona especificada con anterioridad.

# COSTO DE ADQUISICION DE MICROCOMPUTADORAS



GRAFICA 3.1

### 3.2.3 Tipos de Impresoras

Existe una gran variedad de impresoras, ya sean de color o no, que de acuerdo al proceso que siguen para convertir las señales electrónicas en imágenes impresas, se clasifican en:

#### a) Impresoras con proceso de Impacto.

**Matriz.-** Todos los caracteres se forman a partir de una matriz de puntos. Cuanto mayor sea la densidad de puntos de la matriz, mejor será la calidad de la letra impresa.

**Margarita.-** Permite que la impresión sea muy clara y de buena calidad. Consta de una rueda (margarita) que contiene todos los caracteres en los extremos de unos rayos, mediante giros localiza cada carácter, luego, por medio de un impulso eléctrico los imprime. Este tipo de mecanismo hace que la velocidad de impresión se reduzca.

#### b) Impresoras con proceso de no Impacto.

- § Ink-Jet
- § Electro-Fotográfico (Laser)
- § Transferencia Térmica
- § Electro-erosión.

La impresión de éstas se realiza mediante inyección de tinta, emisión de rayos laser o utilizan papel especial (térmico o metalizado), etc. La impresión es de excelente calidad en cuanto a nitidez y resolución; y su velocidad es mayor que la de las impresoras del grupo anterior.

Las características técnicas para la evaluación de una impresora son:

- El ancho del papel que se maneja, que puede ser desde 4.5" hasta 15.5". En las impresoras laser se menciona también el largo, que puede ser de 11" (tamaño carta) o 13" (tamaño oficio).
- La velocidad de escritura, que se expresa en caracteres por segundo (cps). Las impresoras de matriz imprimen de 120 a 420 cps; las de margarita de 40 a 80 cps.
- La dirección de impresión, que puede ser unidireccional o bidireccional.

- La interfase (forma de comunicación de datos entre la computadora y la impresora) que puede ser en serie o en paralelo. El tipo de interfase paralelo más común es el Centronics, y el de tipo serial es el RS-232.

Por otra parte, existe gran diferencia en cuanto al precio de las impresoras de impacto y de no impacto, siendo las primeras mucho más económicas.

Por lo tanto, en base a las características y al precio de las impresoras, se considera que las de matriz (de impacto) sin color son las más adecuadas para la satisfacción de las necesidades dentro del Laboratorio de Cómputo.

### 3.3 Evaluación de las Alternativas

#### 3.3.1 Metodología para la Evaluación de Alternativas Bajo Certeza

Para poder llevar a cabo el proceso de evaluación de alternativas, es necesario seguir los seis pasos que a continuación se describen:

- 1 Enunciar el Requerimiento General  
Expresar brevemente el propósito que se persigue (la decisión que se tome tendrá que satisfacer este propósito).
- 2 Establecer Objetivos  
Ahora habrán de definirse los resultados necesarios y deseados que se pretenden lograr, así como también, deben especificarse los recursos disponibles.
- 3 Clasificar los Objetivos de acuerdo a su importancia  
Hay dos clases de objetivos:
  - a) Objetivos Obligatorios  
En esta categoría se clasifican los objetivos que son imprescindibles, y que tienen que ser satisfechos. Estos objetivos serán evaluados como cumplidos y no cumplidos.
  - b) Objetivos Deseados  
Son los objetivos que sería conveniente lograr, pero que no son absolutamente necesarios. En este conjunto deben incluirse también aquellos objetivos que contribuyan a calificar las alternativas.

La evaluación de estos objetivos puede realizarse mediante la asignación de "Pesos Relativos" (de 0 a 10) de acuerdo a su importancia o preferencia. Para establecer el orden de preferencia para los objetivos deseados, se hace una "Comparación Cruzada" binaria entre todos los objetivos, es decir, en el par que se considera se le asigna un punto al objetivo más importante, la suma de los puntos indicará el orden de preferencia entre los objetivos, esto es, su importancia entre sí.

En seguida se asigna un "Peso Relativo" en base 10 a los objetivos. El proceso se realiza comparándolos por pares y repartiendo los 10 puntos en cada par, de acuerdo a la preferencia. De esta manera se obtendrá un total de puntos para cada objetivo, que multiplicados por 10 y divididos entre la mayor puntuación se obtendrá la calificación o "Peso Relativo" que le corresponde a cada uno.

**4 Generar Alternativas**

Para poder generar alternativas es necesario basarse en el conjunto de objetivos, de tal forma que al considerar diferentes maneras de satisfacer cada objetivo se propicie la gama de alternativas a analizar.

**5 Evaluar cada Alternativa con relación a los Objetivos**

Para llevar a cabo la comparación de alternativas, deben primero evaluarse éstas respecto a los objetivos obligatorios, para después calificarlas frente a los objetivos deseados.

**a) Comparación con los Objetivos Obligatorios**

Si una alternativa no cumple con un objetivo obligatorio, debe ser eliminada desde este momento de cualquier otra consideración.

**b) Comparación con los Objetivos Deseados**

El grado de satisfacción con que la alternativa cumpla cada objetivo deseado, será la pauta para comparar todas las alternativas; se necesita definir la siguiente escala numérica según satisfaga el objetivo en cuestión:

5 Puntos	=	Plenamente Satisfecho
4 Puntos	=	Aceptable
3 Puntos	=	Regular



2 Puntos = Mal  
1 Punto = No satisface

Una vez que se asigna el "Valor de Satisfacción" de cada alternativa, respecto a todos los objetivos, puede obtenerse la "Calificación Ponderada" de la siguiente forma:

- 1º Multiplicar el "Valor de Satisfacción" de cada alternativa por el "Peso Relativo" del objetivo.
- 2º Sumar las "Calificaciones Ponderadas" de cada una de las alternativas, respecto a los objetivos deseados, para obtener la calificación total ponderada de cada alternativa.

En este momento se puede identificar la, o las alternativas que mejor cumplen con los propósitos de la decisión.

- 6 Evaluar las Consecuencias Adversas de las Mejores Alternativas  
Se deben considerar cuales son los futuros inconvenientes previstos y el grado de amenaza de cada uno de ellos, esto es, la probabilidad de que el inconveniente se presente y su gravedad. Para poder llevar a cabo una concreta evaluación, otra vez la asignación de una escala numérica, para la gravedad y la probabilidad de cada inconveniente ayudará en la comparación de las alternativas sobresalientes, respecto a sus consecuencias adversas. Con esta comparación, se podrá identificar aquella alternativa que presente el menor riesgo y sobre todo, identificar aquellas que son inaceptables.

### 3.3.2 Análisis de las Alternativas

Siguiendo la metodología descrita en la sección anterior, se hace la evaluación de las alternativas.

- 8 Requerimiento General  
Hallar una computadora al precio óptimo, que sea compatible y que además satisfaga la configuración mínima siguiente:
  - 128KB en memoria RAM
  - Un drive de 360KB
  - Monitor Monocromático
  - Puerto Serial
  - Puerto Paralelo

### 8 Establecimiento de Objetivos

**Compatibilidad:** Es el factor de capacidad de manejo de software de computadoras de diferentes marcas.

**Configuración Mínima:** Es el factor que indica si una computadora incluye al menos la configuración requerida antes mencionada.

**Disponibilidad:** Es el factor que indica si un fabricante no ha descontinuado algún modelo en el mercado nacional.

**Precio de Configuración Mínima:** Es el costo de la microcomputadora que al menos incluya la configuración arriba mencionada.

**Slots Disponibles:** Es el número neto de ranuras de expansión disponibles considerando la configuración definida anteriormente; característica muy importante para desarrollos futuros.

**Desarrollo Tecnológico del Proveedor:** Es el nivel de investigación y disponibilidad de recursos, que el proveedor aporta para impulsar y mejorar sus productos.

**RAM:** Es la cantidad de memoria principal que tiene la computadora. Las capacidades manejadas son: 128, 512, 640 KB y 1 MB, siendo posible ampliar estos valores.

**Confiabledad:** Factor inversamente proporcional a la frecuencia de falla en un tiempo determinado.

**Velocidad:** Es la frecuencia de reloj en MHz a la cual trabaja el CPU.

**Calidad de Servicio:** Es el tiempo y la oportunidad de respuesta que se obtiene del proveedor de una computadora determinada para el soporte técnico.

**Fabricantes:** Se toma en cuenta el respaldo internacional de la marca, si lo hay.

**Software Incluido:** Se considera la paquetería extra que se incluye al entregar el equipo.

**Teclado:** Este puede ser integrado o separable, en inglés o en español; y puede constar desde 84 teclas hasta 101, incluyendo las funciones.

**Disco Duro:** Este puede ser de 10 a 40 MB.

**Monitor:** Puede ser monocromático o de color, de 9", 12" o 14".

- 8 **Objetivos Obligatorios**  
Estos objetivos son: Compatibilidad, Configuración Mínima y Disponibilidad.
- 9 **Objetivos Deseados**  
El orden de preferencia para estos objetivos al hacer la comparación binaria cruzada es el siguiente:

ORDEN	OBJETIVO	PUNTUACION
1	Fabricante	11
2	Confiabilidad	10
3	Calidad de Servicio	9
4	Precio de Config. Mín.	8
5	Desarrollo Tecnológico	7
6	Software Incluido	6
7	RAM Incluida	5
8	Slots Disponibles	4
9	Velocidad	3
10	Teclado	2
11	Monitor	1
12	Disco Duro	0

Haciendo la comparación de los objetivos en base 10, se obtien la siguiente matriz:

OBJ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0
2	5	-	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1
3	6	6	-	5	5	4	4	3	3	2	2	1
4	7	7	5	-	5	4	4	4	3	2	2	1
5	7	7	5	5	-	4	5	4	3	3	3	2
6	8	8	6	6	6	-	4	5	4	3	3	2
7	8	8	6	6	5	6	-	5	4	3	3	3
8	9	9	7	6	6	5	5	-	4	3	3	3
9	9	9	7	7	7	6	6	6	-	4	4	3
10	9	9	8	8	7	7	7	7	6	-	4	4
11	9	9	8	8	7	7	7	7	6	6	-	4
12	10	9	9	9	8	8	7	7	7	6	6	-
TOT.	87	86	69	66	62	55	53	50	42	34	32	24

Donde el elemento  $i, j$  indica los puntos asignados al objetivo  $j$  al compararlo con el objetivo  $i$  ( $i, j = 1, 2, \dots, 12$ ).

Los totales por columna se multiplicaron por 10 y se dividieron entre el mayor de ellos, con lo cual se obtuvo el "Peso Relativo" de cada objetivo.

ORDEN	OBJETIVO	PESO RELATIVO
1	Fabricante	10.0
2	Confiabilidad	9.9
3	Calidad de Servicio	7.9
4	Precio de Configuración Mínima	7.6
5	Desarrollo Tecnológico	7.1
6	Software Incluido	6.3
7	RAM Incluida	6.1
8	Slots Disponibles	5.7
9	Velocidad	4.8
10	Teclado	3.9
11	Monitor	3.7
12	Disco Duro	2.8

#### \* Generación de Alternativas

Basándose en los objetivos obligatorios y deseados, y tomando en cuenta el mercado nacional de microcomputadoras PC-XT, se obtienen las siguientes 24 alternativas, que son sólo algunas de las ofertas existentes.

##### Alternativa A1

Memoria RAM 256KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromático  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo

Electra Turbo 256K  
 Drive 360KB  
 Microprocesador 8088  
 Teclados 101 Teclas  
 Soff.: MS-DOS, QWBASIC  
 Precio: 986 Dls.

##### Alternativa A2

Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 9.54MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 4 Slots

Comodore PC III-022M  
 Drives: 360KB y 720KB  
 Microprocesador 8088  
 Teclados: 84 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 1,695 Dls

##### Alternativa A3

Memoria RAM 256KB  
 Velocidad 6MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 8 Slots

Gamma 88  
 2 Drives: 360KB o 720KB  
 Microprocesador 8088-2  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 1,200 Dls

Alternativa A4

Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 7.16MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 8 Slots

HP Vectra CB-10M  
 2 Drives: 360KB  
 Microprocesador 8086  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 2,440 Dls

Alternativa A5

Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 7.16MHz  
 Monitor Monocromo 14"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 8 Slots

HP Vectra CS-10V  
 2 Drives: 360KB  
 Microprocesador 8086  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 2,960 Dls

Alternativa A6

Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 7 Slots

Olivetti M240  
 2 Drives: 360KB  
 Microprocesador 8086  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 1,740 Dls

Alternativa A7

Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 5 Slots

Alpha Micro Wyse 1500  
 Drive: 360KB  
 Microprocesador 8088-1  
 Teclado: 101 Teclas  
 Soft.: MS-DOS, GWBASIC  
 APRENDAMOS  
 Precio: 1,815 Dls

Alternativa A8

Memoria RAM 512KB  
 Velocidad 8MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 2 Slots

Printafora 5500  
 Drive: 360KB  
 Microprocesador 8088  
 Teclado: 86 Teclas  
 Soft.: MS-DOS, GWBASIC  
 Precio: 1,000 Dls

Alternativa A9

Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 8MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 6 Slots

Printafora 5700  
 Drive: 360KB  
 Microprocesador 8088-2  
 Teclado: 97 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 1,330 Dls

Alternativa A10

Memoria RAM 256KB  
 Velocidad 8MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo

Tandy 1000 SL  
 Drive: 360KB  
 Microprocesador 8086  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 1,167 Dls

## 5 Slots

Alternativa A11

Memoria RAM 512KB  
 Velocidad 8MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 2 Slots

## IMB PS/2-25

2 Drives: 720KB  
 Microprocesador 8086  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 1,800 Dls

Alternativa A12

Memoria RAM 512KB  
 Velocidad 4.77MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 2 Slots

## Televideo TELASIA-101

2 Drives: 360KB  
 Microprocesador 8088-1  
 Teclado: 83 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 1,697 Dls

Alternativa A13

Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 8MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 8 Slots

## NCR PC 6

Drives: 360KB  
 Microprocesador 8088  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Precio: 2,900 Dls

Alternativa A14

Memoria RAM 512KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 3 Slots

## Cherry Plus XT Turbo

Drives: 360KB  
 Microprocesador 8088-1  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Soft.: Aprendamos  
 Precio: 900 Dls

Alternativa A15

Memoria RAM 256KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 3 Slots

## Pine XT

Drives: 360KB  
 Microprocesador 8088-1  
 Teclado: 84 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Soft.: Aprendamos  
 Precio: 950 Dls

Alternativa A16

Memoria RAM 512KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromo 14"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 5 Slots

## Soltec Wizard

Drives: 360KB  
 Microprocesador 8088  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist. Operativo: MS-DOS  
 Soft.: Aprendamos  
 Precio: 1,450 Dls

Alternativa A17

Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 10MHz

## Burroughs Unisys

Drives: 360KB  
 Microprocesador 8088-2

Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 3 Slots

Alternativa A18  
 Memoria RAM 512KB  
 Velocidad 8MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 3 Slots

Alternativa A19  
 Memoria RAM 256KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromo 14"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 8 Slots

Alternativa A20  
 Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromo 14"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 8 Slots

Alternativa A21  
 Memoria RAM 640KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 4 Slots

Alternativa A22  
 Memoria RAM 512KB  
 Velocidad 7.14MHz  
 Monitor Color 14"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 3 Slots

Alternativa A23  
 Memoria RAM 512KB  
 Velocidad 10MHz  
 Monitor Monocromo 12"  
 1 Puerto Serial  
 1 Puerto Paralelo  
 8 Slots

Teclado: 84 Teclas  
 Sist.Operativo: MS-DOS  
 Soft.: Aprendamos  
 Precio: 1,600 Dls

Atari 520 ST  
 Drive: 360KB  
 Microprocesador MC 68000  
 Teclado: 95 Teclas  
 Sist.Operativo: TOS  
 Precio: 1,624 Dls

BPM ST-1  
 Drive: 360KB  
 Microprocesador 8088  
 Teclado: 101 Teclas  
 Soft.: MS-DOS, GWBASIC  
 Precio: 929 Dls

BPM ST-2  
 2 Drives: 360KB y 720KB  
 Microprocesador 8088-1  
 Teclado: 101 Teclas  
 Soft.: MS-DOS, GWBASIC  
 Precio: 1,430 Dls

Comodore PC 10-III-002  
 2 Drives: 360KB  
 Microprocesador 8088  
 Teclado: 84 Teclas  
 Sist.Operativo: MS-DOS  
 Precio: 1,520 Dls

Comodore Amiga 500  
 Drive: 720KB  
 Microprocesador MC 68000  
 Teclado: 84 Teclas  
 Sist.Operativo: TOS  
 Precio: 1,197 Dls

Denki Corona XT Turbo  
 Drive: 360KB  
 Microprocesador 8088-2  
 Teclado: 101 Teclas  
 Sist.Operativo: MS-DOS  
 Precio: 1,440 Dls

<u>Alternativa A24</u>	Macintosh Plus
Memoria RAM 1MB	Drive: 720KB
Velocidad 7.8MHz	Microprocesador MC 68000
Monitor Monocromo 9"	Teclado: 78 Teclas
1 Puerto Serial	Sist. Operativo: PRODOS
2 Puertos Paralelos	Precio: 2,300 Dis
3 Slots	

- \* Evaluación de las Alternativas con Relación a los Objetivos  
 Haciendo la evaluación de las alternativas con respecto a los objetivos obligatorios, se eliminan aquellas que no cumplan con algunos de los objetivos. Dicha evaluación se presenta en la Tabla 3.1.

Por lo tanto se eliminan las siguientes Alternativas: A1, A13, A18, A22 y A24.

Respecto a los objetivos deseados:  
 En los cuadros siguientes se hace la comparación de las alternativas restantes de acuerdo al grado de satisfacción con el que cumplen los objetivos deseados.

Tabla 3.1 Alternativas-Objetivos Obligatorios  
 Altern. Compat. Config.Min. Dispon. Result.

A1	N	S	S	N
A2	S	S	S	S
A3	S	S	S	S
A4	S	S	S	S
A5	S	S	S	S
A6	S	S	S	S
A7	S	S	S	S
A8	S	S	S	S
A9	S	S	S	S
A10	S	S	S	S
A11	S	S	S	S
A12	S	S	S	S
A13	S	S	N	N
A14	S	S	S	S
A15	S	S	S	S
A16	S	S	S	S
A17	S	S	S	S
A18	N	S	S	N
A19	S	S	S	S
A20	S	S	S	S
A21	S	S	S	S
A22	N	S	S	N
A23	S	S	S	S
A24	N	S	N	N



Los "Valores de Satisfacción" fueron establecidos de la misma manera que indica la metodología en el Paso 5, sección 3.3.1.

La puntuación máxima posible para una alternativa es de 379 puntos.

Cuadro 6 A2-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Bueno	4	40.0
2	9.9	Buena	4	39.6
3	7.9	Bueno	4	31.6
4	7.6	1,695 Dis.	4	30.4
5	7.1	Aceptable	3	21.3
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	640KB	5	30.5
8	5.7	4 Slots	3	17.1
9	4.8	Muy Buena	5	24.0
10	3.9	84 Teclas	4	15.6
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
TOTAL			282.9	

Cuadro 7 A3-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Aceptable	3	30.0
2	9.9	Aceptable	3	29.7
3	7.9	Aceptable	3	23.7
4	7.6	1,200 Dis.	5	38.0
5	7.1	Aceptable	3	21.3
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	256KB	3	18.3
8	5.7	8 Slots	5	28.5
9	4.8	Buena	4	19.2
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
TOTAL			261.0	

Cuadro 8 A4-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Bueno	4	40.0
2	9.9	Buena	4	39.6
3	7.9	Muy Bueno	5	39.5
4	7.6	2,440 Dis.	2	15.2
5	7.1	Bueno	4	28.4
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	640KB	5	30.5
8	5.7	8 Slots	5	28.5
9	4.8	Aceptable	3	14.4
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
<b>TOTAL</b>				<b>288.4</b>

Cuadro 9 A5-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Bueno	4	40.0
2	9.9	Buena	4	39.6
3	7.9	Muy Bueno	5	39.5
4	7.6	2,960 Dis.	1	7.6
5	7.1	Bueno	4	28.4
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	640KB	5	30.5
8	5.7	8 Slots	5	28.5
9	4.8	Aceptable	3	14.4
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 14"	4	14.8
12	2.8	No existe	1	2.8
<b>TOTAL</b>				<b>284.5</b>

Cuadro 10 A6-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Bueno	4	40.0
2	9.9	Buena	4	39.6
3	7.9	Bueno	4	31.6
4	7.6	1,740 Dls.	4	30.4
5	7.1	Aceptable	3	21.3
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	640KB	5	30.5
8	5.7	7 Slots	4	22.8
9	4.8	Alta	5	24.0
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
<b>TOTAL</b>				<b>292.5</b>

Cuadro 11 A7-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Bueno	4	40.0
2	9.9	Muy Buena	5	49.5
3	7.9	Muy Bueno	5	39.5
4	7.6	1,815 Dls.	4	30.4
5	7.1	Bueno	4	28.4
6	6.3	Bueno	4	25.2
7	6.1	640KB	5	30.5
8	5.7	5 Slots	3	17.1
9	4.8	Alta	5	24.0
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
<b>TOTAL</b>				<b>318.0</b>

Cuadro 12 A8-Objetivos Deseados

OBJETIVO Num. Peso	A L T E R N A T I V A		
	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1 10	Muy Bueno	5	50.0
2 9.9	Buena	4	39.6
3 7.9	Muy Bueno	5	39.5
4 7.6	1,000 Dis.	5	38.0
5 7.1	Buena	4	28.4
6 6.3	Buena	4	25.2
7 6.1	512KB	4	24.4
8 5.7	2 Slots	2	11.4
9 4.8	Buena	4	19.2
10 3.9	86 Teclas	4	15.6
11 3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12 2.8	No existe	1	2.8
TOTAL			305.2

Cuadro 13 A9-Objetivos Deseados

OBJETIVO Num. Peso	A L T E R N A T I V A		
	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1 10	Muy Bueno	5	50.0
2 9.9	Buena	4	39.6
3 7.9	Muy Bueno	5	39.5
4 7.6	1,330 Dis.	5	38.0
5 7.1	Buena	4	28.4
6 6.3	Suficiente	3	18.9
7 6.1	640KB	5	30.5
8 5.7	6 Slots	4	22.8
9 4.8	Buena	4	19.2
10 3.9	97 Teclas	5	19.5
11 3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12 2.8	No existe	1	2.8
TOTAL			320.3

Cuadro 14 A10-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Muy Bueno	5	50.0
2	9.9	Aceptable	3	29.7
3	7.9	Aceptable	3	23.7
4	7.6	1,167 Dis.	5	38.0
5	7.1	Bueno	4	28.4
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	256KB	3	18.3
8	5.7	5 Slots	3	17.1
9	4.8	Buena	4	19.2
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
TOTAL				276.7

Cuadro 15 A11-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Muy Bueno	5	50.0
2	9.9	Muy Buena	5	49.5
3	7.9	Muy Buena	5	39.5
4	7.6	1,800 Dis.	4	30.4
5	7.1	Muy Bueno	5	35.5
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	512KB	4	24.4
8	5.7	2 Slots	2	11.4
9	4.8	Buena	4	19.2
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
TOTAL				312.2

Cuadro 16 A12-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Muy Bueno	5	50.0
2	9.9	Muy Buena	5	49.5
3	7.9	Buena	4	31.6
4	7.6	1,697 Dis.	4	30.4
5	7.1	Bueno	4	28.4
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	512KB	4	24.4
8	5.7	2 Slots	2	11.4
9	4.8	Aceptable	2	9.6
10	3.9	83 Teclas	4	15.6
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
TOTAL				283.7

Cuadro 17 A14-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Aceptable	3	30.0
2	9.9	Aceptable	3	29.7
3	7.9	Aceptable	3	23.7
4	7.6	900 Dis.	5	38.0
5	7.1	Suficiente	3	21.3
6	6.3	Bueno	4	25.2
7	6.1	512KB	4	24.4
8	5.7	2 Slots	2	11.4
9	4.8	Alta	5	24.0
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
TOTAL				261.1

Cuadro 18 A15-Objetivos Deseados

OBJETIVO Num. Peso	A L T E R N A T I V A		
	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1 10	Bueno	4	40.0
2 9.9	Buena	4	39.6
3 7.9	Bueno	4	31.6
4 7.6	950 Dls.	5	38.0
5 7.1	Bueno	4	28.4
6 6.3	Bueno	4	25.2
7 6.1	256KB	3	18.3
8 5.7	2 Slots	2	11.4
9 4.8	Alta	5	24.0
10 3.9	84 Teclas	4	15.6
11 3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12 2.8	No existe	1	2.8
TOTAL			286.0

Cuadro 19 A16-Objetivos Deseados

OBJETIVO Num. Peso	A L T E R N A T I V A		
	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1 10	Muy Bueno	5	50.0
2 9.9	Buena	4	39.6
3 7.9	Bueno	4	31.6
4 7.6	1,450 Dls.	4	30.4
5 7.1	Bueno	4	28.4
6 6.3	Bueno	4	25.2
7 6.1	512KB	4	24.4
8 5.7	5 Slots	3	17.1
9 4.8	Alta	5	24.0
10 3.9	101 Teclas	5	19.5
11 3.7	Monocromo 14"	4	14.8
12 2.8	No existe	1	2.8
TOTAL			307.8

Cuadro 20 A17-Objetivos Deseados

OBJETIVO	A L T E R N A T I V A		
Num. Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1 10	Muy Bueno	5	50.0
2 9.9	Buena	4	39.6
3 7.9	Muy Bueno	5	39.5
4 7.6	1,600 Dis.	4	30.4
5 7.1	Bueno	4	28.4
6 6.3	Bueno	4	25.2
7 6.1	640KB	5	30.5
8 5.7	3 Slots	2	11.4
9 4.8	Alta	5	24.0
10 3.9	84 Teclas	4	15.6
11 3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12 2.8	No existe	1	2.8
<b>TOTAL</b>			<b>308.5</b>

Cuadro 21 A19-Objetivos Deseados

OBJETIVO	A L T E R N A T I V A		
Num. Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1 10	Aceptable	3	30.0
2 9.9	Aceptable	3	29.7
3 7.9	Aceptable	3	23.7
4 7.6	929 Dis.	5	38.0
5 7.1	Suficiente	3	21.3
6 6.3	Bueno	4	25.2
7 6.1	256KB	3	18.3
8 5.7	8 Slots	5	28.5
9 4.8	Alta	5	24.0
10 3.9	101 Teclas	5	19.5
11 3.7	Monocromo 14"	4	14.8
12 2.8	No existe	1	2.8
<b>TOTAL</b>			<b>275.8</b>



Cuadro 22 A20-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Aceptable	3	30.0
2	9.9	Aceptable	3	29.7
3	7.9	Aceptable	3	23.7
4	7.6	1,430 Dis.	4	30.4
5	7.1	Suficiente	3	21.3
6	6.3	Buena	4	25.2
7	6.1	640KB	5	30.5
8	5.7	8 Slots	5	28.5
9	4.8	Alta	5	24.0
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 14"	4	14.8
12	2.8	No existe	1	2.8
TOTAL				280.4

Cuadro 23 A21-Objetivos Deseados

OBJETIVO		A L T E R N A T I V A		
Num.	Peso	Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Buena	4	40.0
2	9.9	Buena	4	39.6
3	7.9	Buena	4	31.6
4	7.6	1,520 Dis.	4	30.4
5	7.1	Buena	4	28.4
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	640KB	5	30.5
8	5.7	4 Slots	3	17.1
9	4.8	Alta	5	24.0
10	3.9	84 Teclas	4	15.6
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
TOTAL				290.0

Cuadro 24 A23-Objetivos Deseados

OBJETIVO Num.	Peso	A L T E R N A T I V A		
		Descripción	Val.Satis.	Calif.
1	10	Bueno	4	40.0
2	9.9	Buena	4	39.6
3	7.9	Bueno	4	31.6
4	7.6	1,440 Dls.	4	30.4
5	7.1	Bueno	4	28.4
6	6.3	Suficiente	3	18.9
7	6.1	512KB	4	24.4
8	5.7	8 Slots	5	28.5
9	4.8	Alta	5	24.0
10	3.9	101 Teclas	5	19.5
11	3.7	Monocromo 12"	3	11.1
12	2.8	No existe	1	2.8
<b>TOTAL</b>				<b>299.2</b>

Por lo tanto, de los resultados obtenidos en los cuadros anteriores se tiene que, las alternativas A7, A8, A9, A11, A16 y A17 son las mejores, debido a que su puntuación total fue mayor o igual al 80 % de la puntuación posible.

8. Evaluación de las Consecuencias Adversas de las Mejores Alternativas.

En el Cuadro 25 aparecen la probabilidad y la gravedad que cada una de las alternativas (A7, A8, A9, A11, A16 y A17) tienen respecto a las consecuencias adversas.

Con esta comparación se identifica a A9 como la alternativa que presenta menor riesgo, apesar de que todas las demás son aceptables. Como la alternativa A9 presenta al mismo tiempo la mayor puntuación en la evaluación sobre los objetivos deseados entonces, esta alternativa, PRINTAFORM 5700 es la más idónea.

En el siguiente punto se hará la selección de la impresora más propia para esta computadora.

Cuadro 25 CONSECUENCIAS ADVERSAS

	ALTERNATIVAS						
	A7	A8	A9	A11	A16	A17	
	G	P	P	P	P	P	
INESTABILIDAD DE FUNCIONAMIENTO	3	5	5	5	3	5	5
INTERRUPCION DE FABRICACION	5	6	3	3	3	5	6
DURABILIDAD BAJA	4	6	7	7	4	4	6
IMPEDIMIENTO DE EXPANSION	6	3	6	2	6	3	5
T O T A L		87	94	70	76	74	99

P = Probabilidad

G = Gravedad

## 3.3.3 Selección de Impresoras

Para llevar a cabo el análisis de las impresoras, sólo se tomarán en cuenta las que tienen impresión a base de matriz, sin colores y de 10" y 15" de ancho; debido a su bajo costo, a su facilidad de manejo y a que satisfacen los requerimientos de impresión en el Laboratorio.

Dentro de este contexto, las impresoras más comerciales son:

MODELO	PULGADAS	DOLARES
Atti 1050	10	400
Atti 1550	15	750
Delta 10	10	330
Delta 15	15	750
Enteia S10/200	10	480
Epson LX-85	10	500
Epson LX-800	15	1000
Micronix 10	10	370
Micronix 15	15	770
Image Writer II	10	900
Electron Jr.	10	330
Electron 100	15	590
Electra 10	10	610
Electra Pro	15	810
Brother 1509	15	530

Para hacer la selección de la impresora adecuada, se llevará a cabo el análisis de un árbol de decisión, el cual estará integrado por

todas las opciones con sus respectivas utilidades, en cuanto a ventajas, prestigio y costo. La opción seleccionada será aquella rama compuesta por las decisiones que arrojen la mayor utilidad.

Las decisiones y sus utilidades con respecto a las ventajas, prestigio y costo de la impresora, que conforman dicho árbol son las siguientes:

P R E S T I G I O		UTILIDAD (0-3)
DECISION		
a1	Atti	2.3
a2	Delta	2.5
a3	Enteia	2.2
a4	Epson	3.0
a5	Micronix	1.5
a6	Image Writer	1.8
a7	Electron	1.0
a8	Electra	1.2
a9	Brother	2.0

V E N T A J A S		UTILIDAD (0-2)
DECISION		
b1	Impresora de 10"	1.5
b2	Impresora de 15"	2.0

C O S T O		UTILIDAD (0-5)
DECISION	\$	
a1,b1	400	4.6
a1,b2	750	2.3
a2,b1	330	5.0
a2,b2	750	2.3
a3,b1	480	4.0
a4,b1	500	3.8
a4,b2	1000	0.5
a5,b1	370	4.8
a5,b2	770	2.1
a6,b1	900	1.4
a7,b1	330	5.0
a7,b2	590	3.3
a8,b1	610	2.8
a8,b2	810	2.0
a9,b2	530	3.5

El procedimiento del análisis del árbol de decisiones se efectúa de la siguiente manera:

- 1.- Se asignan utilidades a cada una de las decisiones ( $a_i, b_j$ ;  $i = 1, 2, \dots, 9$   $j = 1, 2$ ), ya sean referentes a prestigio, ventajas o costo.
- 2.- Se asigna a las subraíces la mayor utilidad (utilidad de ventaja + utilidad de costo) de las ramas que se originan en éstas.
- 3.- Se asigna a la raíz principal la mayor utilidad (utilidad en las subraíces + utilidad de prestigio) de las ramas que se originen en ésta.
- 4.- Aquella rama que tenga la mayor utilidad se marcará con dos diagonales (//), y ésta representará la primera decisión; esto se repite para las subramas de la rama seleccionada, y representa la segunda decisión.

El árbol de decisiones (para prestigio, ventajas y costos), se representa en la Fig. 3.1.

Por lo tanto es recomendable tomar las decisiones  $a_2$  y  $b_1$ , con una utilidad esperada de 9 unidades; es decir, impresora DELTA 10 de 10" a un costo de 330 Dls.

### 3.3.4 Modelo de Programación Entera

El problema de decidir tanto el número de computadoras como el de impresoras que deben existir en un Laboratorio de Cómputo, para que satisfagan las necesidades de cómputo de los alumnos, es una tarea difícil, puesto que se deben tomar en consideración factores tales como el número de alumnos que compartirán una computadora, el número de computadoras por impresora, y al mismo tiempo que el equipo requerido sea mínimo. Este problema se puede resolver con más facilidad planteándolo como un problema de Programación Entera, el cual estaría representado de la siguiente manera:

Variables de Decisión:  $x$  = Núm. de Computadoras  
 $y$  = Núm. de Impresoras

Función Objetivo:  $\text{Mín } Z = x + y$

s.a.

$$\begin{aligned} x/c_2 &\leq y \\ x &\geq n/c_1 \\ x &\leq n \\ x, y &\geq 0 \text{ y entero} \end{aligned}$$

PRESTIGIO

VENTAJAS

COSTO.

114

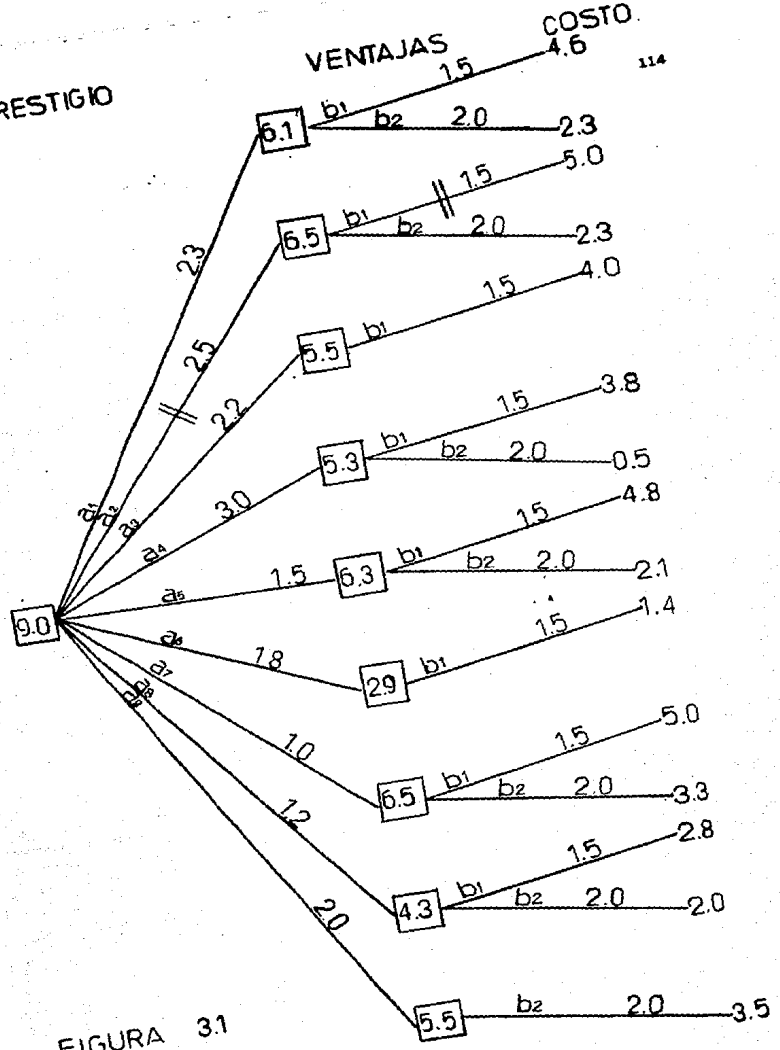


FIGURA 31

donde:

- n es una constante que representa el número de alumnos por grupo,
- c1 es el número máximo de alumnos que deben compartir una computadora,
- c2 es el número máximo de computadoras que deben existir por cada impresora.

El problema de Programación Entera puede ser resuelto mediante el Método de Ramificación y Acotamiento. La solución de partida que se toma para utilizar este método es la del problema lineal, resuelto por medio del Método Simplex. Si alguno de los valores que toman las variables en la solución  $x_j^*$  es no entero, entonces significa que  $|x_j^*| < x_j^*$ ,  $|x_j^*| + 1$ , y a partir de aquí se generan dos nuevos problemas de Programación Entera al agregar al problema original alguna de las siguientes restricciones:

$$x_j^* \leq |x_j^*| \quad \text{o} \quad x_j^* \geq |x_j^*| + 1.$$

El árbol de la Fig. 3.2 indica la aplicación del Método de Ramificación y Acotamiento para obtener una solución entera, cuando  $n = 35$ ,  $c1 = 2$  y  $c2 = 6$ .

Se consideró que dos alumnos por computadora y una impresora por cada seis computadoras son los números idóneos para obtener el mayor provecho, tanto del alumno como del equipo, sin embargo, estos números pueden variar dependiendo de los recursos disponibles en cada plantel.

Por lo tanto, los resultados que se obtienen indican que se requieren por lo menos 18 computadoras y 3 impresoras. Si se considera el costo de la computadora e impresora seleccionadas en los puntos anteriores, entonces la adquisición de las mismas ascendería a un costo de 24930 Dólares. Pero este costo no incluye el IVA, ni el descuento adicional que ofrece el proveedor por el volumen de la compra.

Como se puede apreciar, este procedimiento puede ser aplicado para cualquier valor que tomen  $n$ ,  $c1$  y  $c2$ .

Va se ha seleccionado el equipo de cómputo que se considera óptimo (en cuanto a sus características, posibilidades, precio, etc.), sin embargo para obtener provecho real de tal equipo, es necesario emplear el software adecuado.

# PROGRAMACION ENTERA

## ARBOL DE APLICACION

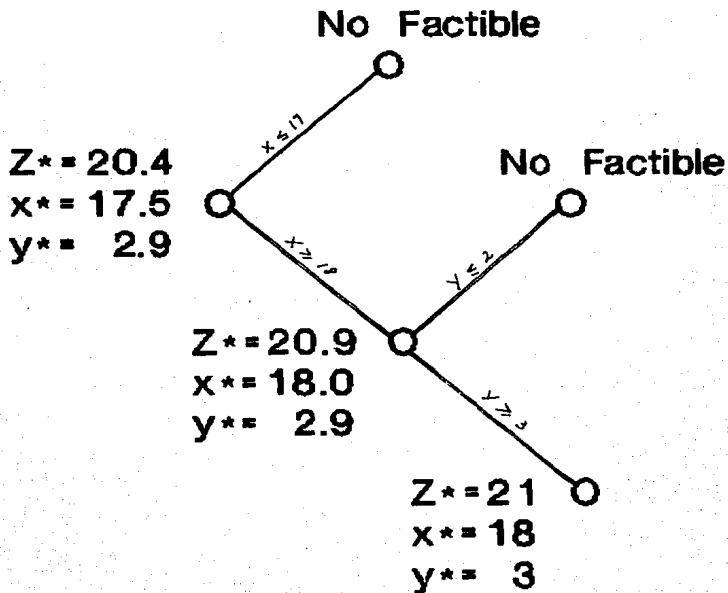


FIG. 3.2



### 3.3.5 Selección del Software

En esta parte se considerará el tipo de software que es necesario en los planteles. Como ya se mencionó en el Capítulo I, la computadora en las escuelas puede usarse:

- 1.- Como auxiliar en la Administración.
- 2.- Para dar Soporte Educativo (Enfoque tutorial, Simulación, Enseñanza por computadora y como Herramienta en la Educación).
- 3.- Para impartir la Materia de Computación (LOGO, BASIC Y PASCAL).

Ahora bien, dentro del software que se considera útil como auxiliar en la Administración existen paquetes de:

- Contabilidad
- Control Académico
- Inventarios
- Manejo de Nóminas
- Control de Cuenta de Cheques
- Proceso de Palabras
- Antivirus.

No es necesario que los planteles cuenten con todos estos paquetes, sino que cada escuela deberá seleccionar aquellos que le resulten más convenientes.

El software para dar Soporte Educativo tiene poca difusión, ya que en el país éste se encuentra en los inicios de su desarrollo; más sin embargo, por el interés de las escuelas de adaptarse al avance tecnológico, se ha incrementado la demanda de este tipo de software, lo que traerá como consecuencia que en breve su uso sea común en las escuelas.

El poco software de este tipo que existe, por lo general está diseñado para computadoras no compatibles; tal es el caso de la Micror-BBC, que trabaja en red interactiva y utiliza programas PIXEL (des Física, Química, Demografía, Geografía, Estadística, Álgebra, Probabilidad, Geometría, Inglés, Diseño Gráfico, etc), para alumnos desde tercero de primaria hasta el último grado de preparatoria. Actualmente están saliendo al mercado paquetes de apoyo a la enseñanza para PC compatibles, tales como: Cuánto sabes de

Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Español ? mismos que pueden ser utilizados en los tres últimos grados de primaria.

Hoy en día, algunas empresas se han avocado a la tarea de desarrollar Software Educativo, que vaya de acuerdo a los planes de estudio establecidos por la S.E.P.; sin embargo, todavía no han sido autorizados por esta Secretaría.

A pesar de la poca disponibilidad de este software, sería conveniente que los planteles traten de buscarlo, y lo incorporen a sus procedimientos de enseñanza. Así mismo, no estaría por demás que las escuelas contaran con algún procesador de palabras, para que los alumnos tengan la oportunidad de hacer sus trabajos de escritura en forma más rápida y fácil; éste podría ser empleado desde secundaria.

Por lo que respecta al software utilizado para impartir la Materia de Computación, hay suficiente en el mercado, ya que se trata de los lenguajes más generalizados (LOGO, BASIC Y PASCAL).

Una de las recomendaciones sería que en primaria se impartiera LOGO, ya que este lenguaje familiariza al alumno con la computadora; en secundaria BASIC, que por su facilidad conceptual permite a los alumnos entender lo que es la programación; en preparatoria PASCAL, ya que siendo éste un lenguaje estructurado, forza a los alumnos a realizar programas comprensibles y claros. Este tipo de software se podría decir que tiene un costo más bajo en comparación a los otros dos tipos.

Por otra parte, lo ideal sería que en las escuelas la computadora tuviera los tres usos mencionados anteriormente, sin embargo esto dependerá básicamente del presupuesto que asigne cada plantel para la adquisición de software.

Para la selección del software se deben considerar principalmente las necesidades y expectativas particulares de cada plantel. Ante estas circunstancias, el encontrar el software que sea adecuado a la computadora seleccionada es una tarea muy difícil, si además se considera que el costo del software requerido es equitativo al costo del equipo.

Esta selección puede hacerse aplicando la Metodología que se empleó para la selección del equipo, tomando en consideración: necesidades,

expectativas, costo, compatibilidad, utilidad, facilidad de manejo, disponibilidad, confiabilidad, etc.; siendo los planteles los más indicados para realizar esta actividad.

Hasta aquí sólo se ha decidido que equipo adquirir, sin embargo falta decidir la forma de adquisición. Las diferentes formas se tratarán en el siguiente punto.

### 3.4 Consideraciones Financieras en la Adquisición de Equipo

#### 3.4.1 Tipos de Contratos

Un contrato en general es un pacto o convenio entre partes que se obligan sobre una materia determinada (en este caso, sobre adquisición de equipo de cómputo).

Los tipos de contratos que ofrecen las empresas proveedoras de bienes y servicios informáticos son: compra, renta y arrendamiento. Los contratos que a continuación se describen están orientados a la adquisición de microcomputadoras e impresoras.

#### Contrato de Compra

Bajo un contrato de compra, el cliente asume todos los riesgos de la propiedad, incluyendo impuestos, seguros y tecnología obsoleta. Sin embargo, el cliente obtiene todos los servicios y soporte que ofrece el proveedor. La compra puede ser de contado o crédito. El contrato de compra al contado en términos generales consiste en lo siguiente: a la firma del mismo el cliente debe liquidar al menos un 50% del costo total del equipo, y a la entrega de éste debe finiquitar el saldo restante. El contrato de compra a crédito consiste en pagar al principio de la operación un pequeño porcentaje del costo total del equipo (enganche) y el resto en varios pagos diferidos.

#### Ventajas:

- Posibilidad de adaptar el sistema según las necesidades futuras.
- Prácticamente no existen gastos de efectivo continuos (compra al contado).
- El proveedor puede hacer un descuento cuando la compra es al contado.

**Desventajas:**

- El costo inicial de compra del equipo es alto en relación a lo que se pagaría en otro tipo de contrato.
- La cobertura del seguro e impuestos es asumida por el cliente.
- El riesgo es alto si el equipo se vuelve obsoleto o deja de satisfacer las necesidades del cliente.

**Contrato de Renta**

Bajo un contrato de renta el cliente y el proveedor acuerdan una cuota aceptable por la renta del equipo. Las cuotas de renta están basadas en el uso por mes. Estas cuotas generalmente dan derecho al cliente a usar el equipo durante un mes. Los clientes optan por este tipo de contrato por las siguientes razones:

- No pagan gastos de seguro y mantenimiento del equipo, ya que éstos se encuentran incluidos en la cuota de renta.
- Debido al corto tiempo bajo el contrato de renta el cliente mantiene fuerza financiera, es decir, no invierte en el equipo, así que su dinero puede ser invertido en otros proyectos. Además estas cuotas pueden ser deducibles de su ingreso total.
- Reducen el riesgo de tecnología obsoleta, dado que el rentar equipo facilita el cambio del equipo por otro mejor, ya que el cliente no está obligado a comprar el equipo que renta.

El principal inconveniente del contrato de renta es el alto costo total en que incurre el cliente por rentar el equipo por más de 7 meses.

**Contrato de Arrendamiento**

Un contrato de arrendamiento es disponible indirectamente a través de una tercera parte o directamente del vendedor de equipo de cómputo. La tercera parte compra el equipo y lo da en arrendamiento al cliente. Por lo general el rango del arrendamiento varía desde 2 meses hasta 3 años, dependiendo del tipo de arrendamiento. Los términos del arrendamiento pueden ser flexibles, según sea el riesgo para el arrendador.

Las características favorables de este tipo de contrato son:

- No requiere financiamiento y es menos caro que la renta del equipo por el mismo periodo de tiempo.
- Los cargos del arrendamiento son deducibles.
- El riesgo por equipo obsoleto es absorbido por el arrendador a través del contrato.
- Los cargos del arrendamiento bajan después de un periodo de tiempo mínimo.

Las características no convenientes son:

- Si no existe opción a compra, el cliente pierde los derechos sobre el equipo cuando el contrato finaliza.
- Los cargos del arrendamiento son generalmente más altos que el precio de compra del equipo.
- El arrendamiento no puede ser cancelado sin el pago de fuertes recargos (multa).
- El cliente no puede cambiar el equipo arrendado por uno más nuevo o mejor, a menos que exista la cláusula que lo especifique.
- Si las tasas de interés decrecieran, el cliente continuaría pagando los cargos con la tasa contratada.

El contrato de arrendamiento puede ser financiero u operacional.

#### Arrendamiento Financiero

El cliente tiene el derecho a comprar y asumir los riesgos que normalmente son contraídos por el comprador. El título legal (factura) se queda con el arrendador hasta la terminación del contrato.

#### Arrendamiento Operacional

Tiene las características de un contrato de renta, sólo que el periodo de tiempo es mayor (dos meses a un año). Los pagos mensuales son del 10 al 40% menores que las cuotas de renta.

- 3.4.2 Características Propias de los Contratos en México**  
 En el país, el contrato más difundido es el contrato de compra al contado, debido principalmente a la escasez de empresas oferentes de las otras clases de contratos. Los contratos que existen en México se pueden clasificar, de acuerdo a sus características, de la siguiente manera:

**COMPRA:** CONTADO  
 CREDITO

**ARRENDAMIENTO:** FINANCIERO: PRESTAMO BANCARIO  
 OPERACIONAL RENTAS + PORCENTAJE

**RENTA**

Dentro de las pocas empresas que ofrecen estos contratos, se observa que las cuotas por la adquisición de equipo varían de acuerdo a la calidad y prestigio de éste.

Tomando en consideración la clasificación de los contratos y el equipo seleccionado en la sección anterior (microcomputadora Printaform 5700 e impresora Delta 10) se hace una descripción de los términos en los que se sustenta cada contrato.

Compra al Contado

En este tipo de contrato se presentan dos casos: uno consiste en pagar el costo total del equipo al momento de cerrar la operación; y el otro consiste en pagar un porcentaje del costo total del equipo y liquidar el resto a la entrega de éste (la entrega puede variar de 1 a 30 días, dependiendo del stock de las empresas proveedoras).

Si se considera el equipo seleccionado anteriormente y tomando en cuenta el primer caso, se tiene:

Microcomputadora	\$1530
Impresora	330
	-----
<b>Total</b>	<b>\$1660</b>

Compra a Crédito

Este tipo de contratos es poco frecuente en el mercado de computadoras, sin embargo algunas empresas lo promueven de la siguiente manera: al costo real del equipo se le carga generalmente un 25% de su valor, éste monto se prorratea en 4 pagos iguales, los cuales se dan como sigue, el primero

representa el enganche y debe realizarse a la firma del contrato, y los otros 3 pagos restantes deben realizarse en los 3 meses subsecuentes.

Para el equipo anterior, este contrato se daría en la siguiente forma:

Microcomputadora	\$1330
Impresora	330
	<hr/>
	1660
25% adicional	415
	<hr/>
Total	\$2075
Pago a la firma del contrato	\$519
Tres pagos más de	\$519

#### Arrendamiento Financiero

Este contrato se presenta en dos formas, ya sea por medio de un préstamo bancario o por medio de rentas mensuales; y ambas son con opción a compra.

En la primera forma, el cliente solicita un préstamo (que cubra el costo total del equipo) a una institución bancaria, ésta a su vez paga el importe al proveedor y retiene la factura del equipo hasta que el cliente finiquite la operación.

El cliente deberá pagar por el costo total del equipo más los intereses devengados por la operación bancaria. Hasta donde se tiene conocimiento, los Bancos están prestando, para este tipo de convenios, a una tasa de interés que es equivalente al CPP (Costo Porcentual Promedio) más un porcentaje del mismo sobre saldos insolutos. Sin embargo esta clase de préstamos han estado sumamente restringidos, es por ello que este tipo de contratos se dan muy poco.

Con la medida tomada por el Gobierno sobre la liberación de tasas de interés, se espera que estos préstamos se den a mayor escala en virtud que las Instituciones Bancarias competirán por ofrecer mejores tasas de interés.

En la segunda forma, el cliente se obliga a pagar determinadas cuotas por la renta mensual del equipo, que generalmente representan el 15% del valor del mismo, y al finalizar el contrato se paga además un porcentaje adicional, momento en el cual el cliente será tenedor de su factura.

Los plazos de duración de este contrato son principalmente de 6, 12 y 24 meses.

En los contratos a 6 meses, se pagan 6 rentas más un 75% del valor del equipo.

En los contratos a 12 meses, se pagan 12 rentas más el 50% del valor del equipo.

Y en los contratos a 24 meses, se pagan solamente 24 rentas.

#### Arrendamiento Operacional

En el arrendamiento operacional, también llamado renta a largo plazo, el cliente paga cuotas por la renta del equipo por un determinado periodo de tiempo, pero no tiene opción a comprarlo. La rentas representan también por lo general el 15% del valor del equipo, pero en este caso existe un descuento que es proporcional al tiempo de duración del contrato. Los contratos más comunes de arrendamiento operacional son:

- 2 meses de renta con 10% de descuento sobre ésta.
- 3 meses de renta con 15% de descuento sobre ésta.
- 6 meses de renta con 20% de descuento sobre ésta.
- 12 meses de renta con 40% de descuento sobre ésta.

#### Renta

Este contrato es a corto plazo, generalmente un mes, en el cual el cliente paga también el 15% del valor del equipo, pero en este caso no hay opción a compra, además si renova el contrato cada mes no tendrá descuento en las cuotas.

Para saber cuál de los contratos es el más conveniente, en el siguiente punto se hará una evaluación económica de cada uno de ellos.

NOTA: En todos los contratos no se ha incluido el IVA, ni descuentos adicionales que ofrecen los proveedores.

### **3.4.3 Evaluación Económica de los Contratos**

Para decidir entre los diferentes contratos de renta, arrendamiento o compra, se utilizará el Método del Valor Presente Neto (VPN), el cual convierte los flujos de efectivo futuros a valores presentes, dependiendo de la tasa de interés (el dinero fuera de circulación por una compra puede ser mejor utilizado para obtener intereses en otras inversiones).



Para llevar a cabo el cálculo del VPN es necesario definir lo siguientes:

- a) Período de duración del contrato.
- b) Interés (tasa mínima de rendimiento aceptable).
- c) Inversión inicial.
- d) Flujos de efectivo (ingresos - egresos).
- e) Depreciación y valor de rescate (si existen).
- f) Impuestos e inflación.

Todos los contratos descritos en la sección anterior se evaluarán bajo las siguientes condiciones:

- a) Período de duración de 6, 12 y 24 meses; ya que son los periodos de tiempo de mayor ocurrencia y se adecúan a los intervalos de tiempo escolares.
- b) Interés de 2.5%, 3.3%, 3.9% y 5% mensual; donde el 3.9% representa el CPP actual, y las otras tasas han sido tomadas en forma arbitraria debido a la política de la liberación de las tasas de interés.
- c) La inversión inicial va a variar dependiendo del contrato.
- d) El ingreso mensual para todos los contratos es de 303 dólares, el cual representa el beneficio neto de asignar un equipo de cómputo determinado (computadora e impresora), para la clase de computación. Este beneficio involucra, tanto egresos como sueldos (académicos, vigilancia y administrativos) y gastos (luz, mantenimiento y otros). Los egresos mensuales variarán dependiendo del contrato.
- e) Se considera que existe depreciación y valor de rescate en todos los contratos, excepto en los de renta y arrendamiento operacional, ya que el cliente no se queda con el equipo. La forma de depreciación que se manejará en este caso, es la dada por el Método del Porcentaje.
- f) Se consideran la tasa de impuestos y la tasa de inflación del 4% mensual para todos los contratos, porque son aproximadamente los índices que se manejan en la actualidad.

En primera instancia se evaluará el "costo" de cada uno de los contratos, para lo cual solamente se obtendrá el VPN de los egresos más la inversión inicial; en segunda, se obtendrá la "utilidad" del contrato como proyecto, mediante el Método del VPN

considerando además de lo anterior, ingresos, depreciación, valor de rescate, impuestos e inflación.

\* Evaluación del costo de los contratos  
Para el caso particular de un periodo de 6 meses a una tasa de interés del 3.9% mensual, el costo de los contratos (VPN) se presenta en las Tablas 3.2 a 3.7.

De donde se concluye que el contrato de arrendamiento operacional es el más conveniente en este caso.

Siguiendo el mismo procedimiento para calcular el costo de todos los contratos a las diferentes tasas de interés y en todos los periodos considerados, se tiene:

CONTRATO	6 MESES TASAS DE INTERES			
	2.5	3.3	3.9	5.0
Compra	-1660	-1660	-1660	-1660
Compra a Crédito	-2001	-1978	-1962	-1932
Arr. Fin. Rentas	-2479	-2404	-2351	-2256
Arr. Fin. Préstamo	-1778	-1812	-1842	-1887
Arr. Operacional	-1096	-1067	-1047	-1010
Renta	-1372	-1335	-1310	-1264

CONTRATO	12 MESES TASAS DE INTERES			
	2.5	3.3	3.9	5.0
Compra	-1660	-1660	-1660	-1660
Compra a Crédito	-2001	-1978	-1962	-1932
Arr. Fin. Rentas	-3235	-3077	-2966	-2780
Arr. Fin. Préstamo	-1840	-1889	-1932	-2001
Arr. Operacional	-1528	-1457	-1406	-1321
Renta	-2554	-2435	-2351	-2207

CONTRATO	24 MESES TASAS DE INTERES			
	2.5	3.3	3.9	5.0
Compra	-1660	-1660	-1660	-1660
Compra a Crédito	-2001	-1978	-1962	-1932
Arr. Fin. Rentas	-4565	-4218	-3965	-3608
Arr. Fin. Préstamo	-1961	-2033	-2096	-2188
Arr. Operacional	-2665	-2443	-2295	-2056
Renta	-4453	-4083	-3835	-3436

TABLA 3.2 COSTO DEL CONTRATO DE COMPRA

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	-1660			-1660.00
1		0.00	0.00	0.00
2		0.00	0.00	0.00
3		0.00	0.00	0.00
4		0.00	0.00	0.00
5		0.00	0.00	0.00
6		0.00	0.00	0.00

EL VALOR PRESENTE NETO ES: \$ -1660.00

POR LO TANTO, EL COSTO DEL CONTRATO ES: \$ 1660.00

TABLA 3.3 COSTO DEL CONTRATO DE COMPRA A CREDITO

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	-519			- 519.00
1		0.00	519.00	- 519.00
2		0.00	519.00	- 519.00
3		0.00	519.00	- 519.00
4		0.00	0.00	0.00
5		0.00	0.00	0.00
6		0.00	0.00	0.00

EL VALOR PRESENTE NETO ES: \$ -1962.01

POR LO TANTO, EL COSTO DEL CONTRATO ES: \$ 1962.01

TABLA 3.4 COSTO DEL CONTRATO DE ARR. FIN. RENTAS

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	-249			- 249.00
1		0.00	249.00	- 249.00
2		0.00	249.00	- 249.00
3		0.00	249.00	- 249.00
4		0.00	249.00	- 249.00
5		0.00	249.00	- 249.00
6		0.00	1245.00	-1245.00

EL VALOR PRESENTE NETO ES: \$ -2350.26

POR LO TANTO, EL COSTO DEL CONTRATO ES: \$ 2350.26

TABLA 3.5 COSTO DEL CONTRATO DE ARR. FIN. PRESTAMO

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	-337			- 337.00
1		0.00	337.00	- 337.00
2		0.00	337.00	- 337.00
3		0.00	337.00	- 337.00
4		0.00	337.00	- 337.00
5		0.00	337.00	- 337.00
6		0.00	0.00	0.00

EL VALOR PRESENTE NETO ES: \$ -1841.49

POR LO TANTO, EL COSTO DEL CONTRATO ES: \$ 1841.49

TABLA 3.6 COSTO DEL CONTRATO DE ARR. OPERACIONAL

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	0			0.00
1		0.00	199.00	- 199.00
2		0.00	199.00	- 199.00
3		0.00	199.00	- 199.00
4		0.00	199.00	- 199.00
5		0.00	199.00	- 199.00
6		0.00	199.00	- 199.00

EL VALOR PRESENTE NETO ES: \$ -1046.59

POR LO TANTO, EL COSTO DEL CONTRATO ES: \$ 1046.59

TABLA 3.7 COSTO DEL CONTRATO DE RENTA

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	0			0.00
1		0.00	249.00	- 249.00
2		0.00	249.00	- 249.00
3		0.00	249.00	- 249.00
4		0.00	249.00	- 249.00
5		0.00	249.00	- 249.00
6		0.00	249.00	- 249.00

EL VALOR PRESENTE NETO ES: \$ -1309.55

POR LO TANTO, EL COSTO DEL CONTRATO ES: \$ 1309.55

Para dar mayor énfasis a los resultados, se muestran en las gráficas 3.2, 3.3 y 3.4.

Ahora bien, comparando los costos de los contratos a 6 meses, se observa que a las tasas de interés dadas, el contrato de arrendamiento operacional es el más económico, y en segundo término es el contrato de renta; a 12 meses el contrato de arrendamiento operacional sigue siendo el de menor costo, pero el contrato de compra ocupa el segundo término; y a 24 meses se observa que el contrato de compra es la mejor opción, y en segundo término se tiene que: si la tasa de interés es muy baja, conviene el contrato de arrendamiento financiero con préstamo bancario, si la tasa cae en el rango de 3% a 5% aproximadamente, conviene el contrato de compra a crédito, y si la tasa es muy alta, conviene el contrato de arrendamiento operacional. Por otra parte, el contrato de arrendamiento financiero por rentas no es conveniente en ningún período y a ninguna tasa de interés.

#### 8 Evaluación de la Utilidad del Contrato como Proyecto

Para el mismo caso particular de un período de 6 meses a una tasa de interés del 3.9% mensual, el VPN de los contratos se presenta en las Tablas de la 3.8 a la 3.13.

De donde se concluye que el contrato que muestra la mayor utilidad es el de compra, esto es porque el cliente se hace poseedor del equipo.

Este mismo procedimiento se llevó a cabo para todos los contratos, en todos los períodos y a las diferentes tasas dadas, y los resultados obtenidos se muestran a continuación:

CONTRATO	6 MESES TASAS DE INTERES			
	2.5	3.3	3.9	5.0
Compra	1290	1187	1113	983
Compra a Crédito	984	903	845	744
Arr. Fin. Rentas	528	499	477	440
Arr. Fin. Préstamo	1225	1087	983	806
Arr. Operacional	550	535	525	507
Renta	285	278	273	263

CONTRATO	12 MESES TASAS DE INTERES			
	2.5	3.3	3.9	5.0
Compra	2415	2178	2014	1736
Compra a Crédito	2105	1891	1742	1494
Arr. Fin. Rentas	942	859	801	705
Arr. Fin. Préstamo	2301	2018	1810	1466
Arr. Operacional	1516	1446	1396	1310
Renta	532	507	489	459

CONTRATO	24 MESES TASAS DE INTERES			
	2.5	3.3	3.9	5.0
Compra	4248	3697	3332	2752
Compra a Crédito	3939	3410	3061	2510
Arr. Fin. Rentas	1515	1297	1155	938
Arr. Fin. Préstamo	4020	3400	2973	2305
Arr. Operacional	2644	2425	2277	2040
Renta	926	850	798	715

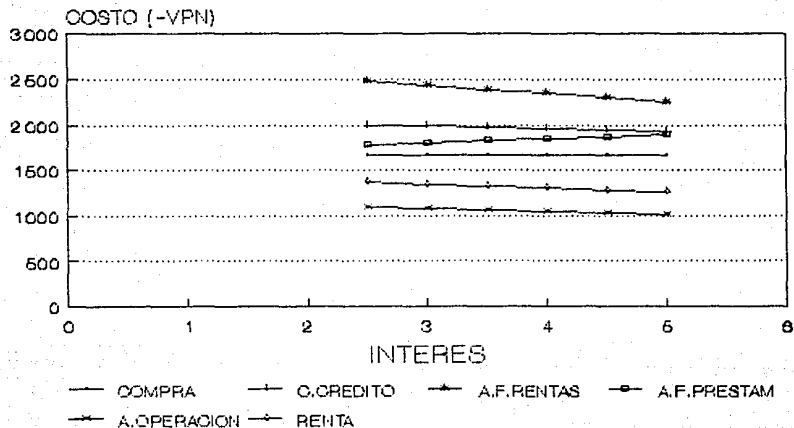
Estos resultados se muestran en las Gráficas 3.5, 3.6 y 3.7.

Comparando el VPN de la utilidad de cada uno de los contratos, se observa que a 6 meses es mejor el contrato de compra, y en segundo término el arrendamiento financiero con préstamo bancario; a 12 meses el contrato de compra sigue siendo el de mayor utilidad y en segundo término el arrendamiento financiero con préstamo bancario, pero si la tasa de interés es muy alta, entonces conviene el contrato de compra a crédito; y a 24 meses las opciones son similares a las del período de 12 meses, sólo que el contrato de compra a crédito es más conveniente a partir de la tasa del 3.5% aproximadamente. Por otra parte, el contrato que da menos utilidad es el de renta, sin importar el período de duración del contrato, ni la tasa de interés.

En conclusión, si los planteles educativos desean adquirir equipo de cómputo para impartir la materia de computación sólo como prueba, les es más conveniente hacerlo mediante un contrato de arrendamiento operacional; pero si desean impartir la materia en forma definitiva, lo más apropiado es hacer un contrato de compra para adquirirlo.

Una vez decidido el equipo que se va a adquirir, así como la forma de conseguirlo, ahora es necesario saber sobre la implantación y la administración del Laboratorio de Cómputo, lo cual se tratará en el siguiente capítulo.

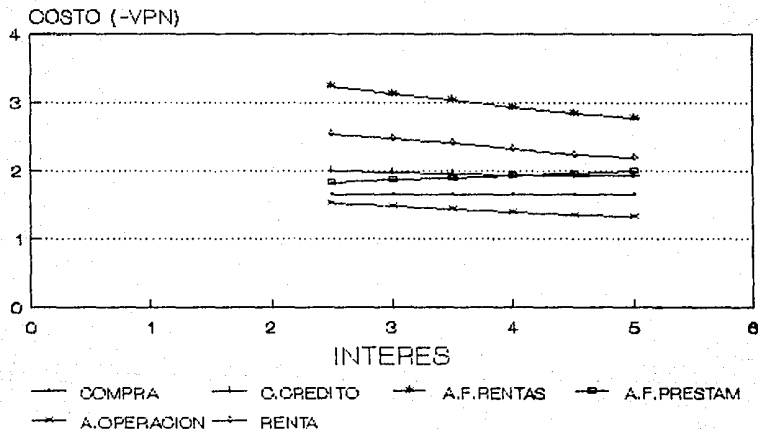
# COSTO DE CONTRATOS 6 MESES



GRÁFICA 3.2

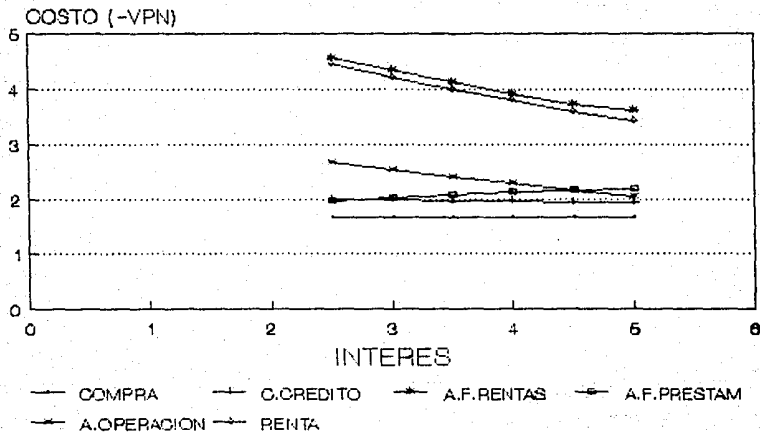


# COSTO DE CONTRATOS 12 MESES



GRAFICA 3.3

# COSTO DE CONTRATOS 24 MESES



GRAFICA 3.4

TABLA 3.8 UTILIDAD DEL CONTRATO DE COMPRA

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	-1660			-1660.00
1		303.00	0.00	303.00
2		303.00	0.00	303.00
3		303.00	0.00	303.00
4		303.00	0.00	303.00
5		303.00	0.00	303.00
6		303.00	0.00	303.00

TABLA PARA LA EVALUACION DEL CONTRATO COMO PROYECTO

MES	F. EFVO. ANTES DE IMPUESTOS	DEPRE.	INGRESO GRAVABLE	IMPUES TOS	FLUJOS DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUES. *CORRIEN. *CTES.
0	-1660				-1660
1	315	-17	298	12	303
2	328	-17	311	12	315
3	341	-17	324	13	328
4	354	-17	338	14	341
5	369	-16	352	14	355
6	383	-16	367	15	369
6	1974				1974

EL VPN ES: \* 1113.23

POR LO TANTO, LA UTILIDAD DEL CONTRATO ES: \* 1113.23  
 TOMANDO EN CUENTA DEPRECIACION, IMPUESTOS E INFLANCIION

TABLA 3.9 UTILIDAD DEL CONTRATO DE COMPRA A CREDITO

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	- 519			- 519.00
1		303.00	519.00	- 216.00
2		303.00	519.00	- 216.00
3		303.00	519.00	- 216.00
4		303.00	0.00	303.00
5		303.00	0.00	303.00
6		303.00	0.00	303.00

TABLA PARA LA EVALUACION DEL CONTRATO COMO PROYECTO

MES	F. EFVO. ANTES DE IMPUESTOS	DEPRE.	INGRESO GRAVABLE	IMPUES TOS	FLUJOS DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUES. *CORRIEN. *CTES.
0	- 519				- 519 - 519
1	- 225	-17	0	0	- 225 - 216
2	- 234	-17	0	0	- 234 - 216
3	- 243	-16	0	0	- 243 - 216
4	354	-16	338	14	341 291
5	369	-16	353	14	355 291
6	383	-16	367	15	369 291
6	1977				1977 1562

EL VPN ES: \$ 844.58

POR LO TANTO, LA UTILIDAD DEL CONTRATO ES: \$ 844.58  
TOMANDO EN CUENTA DEPRECIACION, IMPUESTOS E INFLANCIION

TABLA 3.10 UTILIDAD DEL CONTRATO DE ARR. FIN. RENTAS

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	- 249			- 249.00
1		303.00	249.00	54.00
2		303.00	249.00	54.00
3		303.00	249.00	54.00
4		303.00	249.00	54.00
5		303.00	249.00	54.00
6		303.00	1245.00	- 942.00

TABLA PARA LA EVALUACION DEL CONTRATO COMO PROYECTO

MES	F. EFVO. ANTES DE IMPUESTOS	DEPRE.	INGRESO GRAVABLE	IMPUES TOS	FLUJOS DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUES.	
					*CORRIEN.	*CTES.
0	- 249				- 249	- 249
1	56	-17	39	2	55	52
2	58	-17	42	2	57	52
3	61	-17	44	2	59	52
4	63	-16	47	2	61	52
5	66	-16	49	2	64	52
6	-1192	-16	0	0	-1192	- 942
6	1975				1975	1561

EL VPN ES: \$ 477.29

POR LO TANTO, LA UTILIDAD DEL CONTRATO ES: \$ 477.29

TOMANDO EN CUENTA DEPRECIACION, IMPUESTOS E INFLANCON

TABLA 3.11 UTILIDAD DEL CONTRATO DE ARR. FIN. PRESTAMO

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	- 337			- 337.00
1		303.00	337.00	- 34.00
2		303.00	337.00	- 34.00
3		303.00	337.00	- 34.00
4		303.00	337.00	- 34.00
5		303.00	337.00	- 34.00
6		303.00	0.00	303.00

TABLA PARA LA EVALUACION DEL CONTRATO COMO PROYECTO

MES	F. EFVO. ANTES DE IMPUESTOS	DEPRE.	INGRESO GRAVABLE	IMPUES TOS	FLUJOS DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUES. \$CORRIEN. \$CTES.
0	- 337				- 337 - 337
1	- 35	-17	0	0	- 35 - 34
2	- 37	-17	0	0	- 37 - 34
3	- 38	-17	0	0	- 38 - 34
4	- 40	-17	0	0	- 40 - 34
5	- 41	-16	0	0	- 41 - 34
6	383	-16	367	15	369 291
6	1974				1974 1560

EL VPN ES: \$ 983.11

POR LO TANTO, LA UTILIDAD DEL CONTRATO ES: \$ 983.11  
TOMANDO EN CUENTA DEPRECIACION, IMPUESTOS E INFLACION

TABLA 3.12 UTILIDAD DEL CONTRATO DE ARR. OPERACIONAL

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	0			0.00
1		303.00	199.00	104.00
2		303.00	199.00	104.00
3		303.00	199.00	104.00
4		303.00	199.00	104.00
5		303.00	199.00	104.00
6		303.00	199.00	104.00

TABLA PARA LA EVALUACION DEL CONTRATO COMO PROYECTO

MES	F. EFVO. ANTES DE IMPUESTOS	DEPRE.	INGRESO GRAVABLE	IMPUES TOS	FLUJOS DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUES.	
					*CORRIEN.	*CTES.
0	0				0	0
1	108	0	108	4	104	100
2	112	0	112	4	108	100
3	117	0	117	5	112	100
4	122	0	122	5	117	100
5	127	0	127	5	121	100
6	132	0	132	5	126	100
6	0				0	0

EL VPN ES: \$ 525.08

POR LO TANTO, LA UTILIDAD DEL CONTRATO ES: \$ 525.08

TOMANDO EN CUENTA DEPRECIACION, IMPUESTOS E INFLANCION

TABLA 3.13 UTILIDAD DEL CONTRATO DE RENTA

MES	INV.	INGRESOS	EGRESOS	FLUJOS DE EFVO.
0	0			0.00
1		303.00	249.00	54.00
2		303.00	249.00	54.00
3		303.00	249.00	54.00
4		303.00	249.00	54.00
5		303.00	249.00	54.00
6		303.00	249.00	54.00

TABLA PARA LA EVALUACION DEL CONTRATO COMO PROYECTO.

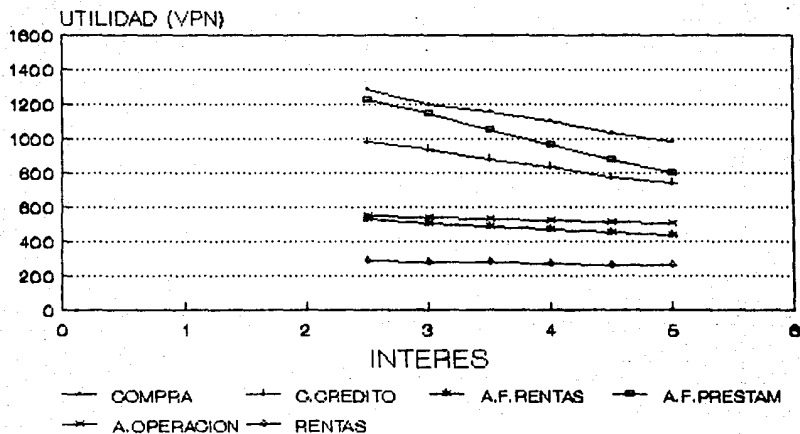
MES	F. EFVO. ANTES DE IMPUESTOS	DEPRE.	INGRESO GRAVABLE	IMPUES TOS	FLUJOS DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUES.	
					•CORRIEN.	•CTES.
0	0				0	0
1	56	0	56	2	54	52
2	58	0	58	2	56	52
3	61	0	61	2	59	52
4	63	0	63	3	61	52
5	66	0	66	3	63	52
6	68	0	68	3	66	52
6	0				0	0

EL VPN ES: \$ 272.64

POR LO TANTO, LA UTILIDAD DEL CONTRATO ES: \$ 272.64  
 TOMANDO EN CUENTA DEPRECIACION, IMPUESTOS E INFLACION

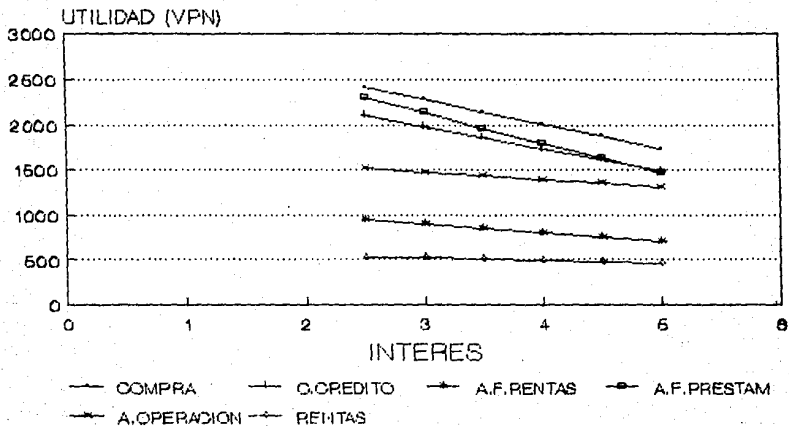


# UTILIDAD DE CONTRATOS 6 MESES



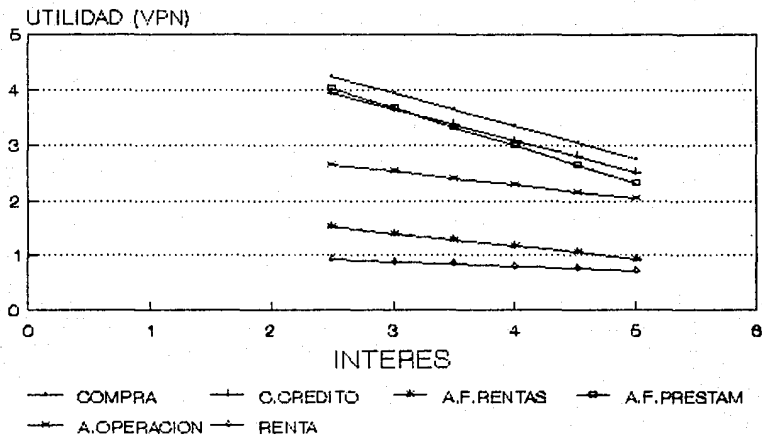
GRAFICA 3.6

# UTILIDAD DE CONTRATOS 12 MESES



GRAFICA 3.6

# UTILIDAD DE CONTRATOS 24 MESES



GRAFICA 3.7

## CAPITULO IV

### ADMINISTRACION DEL LABORATORIO DE COMPUTO

#### 4.1 Administración del Proyecto de Implantación

Hasta este momento ya se conoce que equipo adquirir y como obtenerlo, ahora falta saber como implantar el Laboratorio de Cómputo. Para realizar este proyecto es necesario llevar a cabo un conjunto de actividades. El problema consiste en conocer en qué orden se deben hacer las actividades, para que el tiempo de duración del proyecto sea mínimo.

Para resolver este problema, se utilizará la Técnica de Administración de Proyectos CPM-PERT, cuyo objetivo principal es producir un programa que proporcione la fecha en la cual debe iniciarse cada actividad. Al tratar de determinar la fecha de iniciación de una actividad, algunas veces se descubre que existen varias fechas de iniciación posibles. Algunas actividades podrían comenzar en cualquier fecha dentro de un intervalo de tiempo, sin afectar la fecha de terminación del proyecto. Otras actividades pueden no tener variación en su tiempo de iniciación; a éstas se les llama Críticas.

La Ruta Crítica está formada por las actividades que deben recibir atención especial para que el proyecto no se retrase.

Ahora bien, considerando el programa educativo, sería conveniente que la implantación del laboratorio se realizara en el período vacacional, ya que los trabajos ocasionados por esto se harían en forma rápida y eficiente, lo cual traería como consecuencia que el laboratorio empezara a funcionar al inicio del período escolar. En base a estos argumentos se ha decidido que el tiempo de duración del proyecto no debe ser mayor a cinco semanas (35 días).

##### 4.1.1 Red de Actividades

La Técnica de Administración de Proyectos CPM-PERT se inicia descomponiendo el proyecto en actividades diferentes, es decir, estructurando el proyecto mediante la interdependencia de las mismas.

En primer lugar se definirán dichas actividades y se establecerán las relaciones de precedencia adecuadas.

**Lista de Actividades:**

- A Planeación de la Ubicación del Laboratorio**  
Esta actividad consiste en la selección del lugar donde será implantado éste, misma que será ejecutada por el Consejo Administrativo de los planteles educativos. Según los resultados arrojados por la encuesta, presentados en el Capítulo II, las escuelas que tenían área para implantar un laboratorio, disponían de un salón de clases para este efecto.
- B Contratar Asesor**  
Esta actividad consiste en seleccionar a la persona especializada en Diseño de Centros de Cómputo, para que él se encargue de la planeación general del laboratorio.
- C Planeación de la Distribución del Equipo**  
Esta tarea consiste en buscar el aprovechamiento óptimo del área destinada para el laboratorio. Esta actividad será ejecutada por el administrador en conjunción con el asesor.
- D Contratar Personal encargado de la Adaptación de el Lugar**  
Esta actividad consiste en contratar a las personas especializadas en: carpintería, albañilería, electricidad, herrería, etc. según sea necesario. Por lo general el administrador es el encargado de esta tarea.
- E Preparación del Lugar**  
En esta actividad se realizan todos los arreglos que sean pertinentes tales como: cerrar ventanas en caso de que la luz solar entre directamente, o que se introduzca demasiado polvo, ya que de no hacerlo el equipo se vería afectado; en caso de que el piso esté alfombrado, sea de madera o tenga recubrimiento plástico, entonces se debe cambiar por piso de granito, mármol, etc.; hacer una instalación eléctrica oculta y segura, incorporando reguladores (acondicionadores de línea); observar que la humedad relativa y la temperatura estén acordes con las especificaciones del equipo elegido. Esto es con el fin de que el laboratorio esté listo para la instalación, tanto del mobiliario como del equipo. Esta actividad es dirigida por el asesor y ejecutada por los encargados de la adaptación del lugar.

- F Ordenar el Equipo**  
En esta actividad se localiza al proveedor que presente la oferta más adecuada a las necesidades del plantel (en base a los resultados obtenidos en el Capítulo III). Esta actividad la efectúa el administrador de acuerdo con el Director y el Consejo Técnico.
- G Ordenar Papelería**  
Esta actividad consiste en pedir los artículos necesarios (disketes, hojas para impresora, gises, cintas para impresora, etc.) para el uso del equipo. Es el administrador el encargado de esta actividad.
- H Entrega del Equipo**  
Esta actividad está representada por el tiempo que el proveedor determina para hacer la entrega del equipo.
- I Planeación del Programa Académico**  
En esta actividad se hace el programa de la materia, se deciden los horarios para la misma y se determina el personal académico que se requerirá. El Consejo Técnico es el encargado de esta tarea.
- J Contratación del Personal Académico**  
El administrador es el responsable de esta actividad, que consiste en la contratación de los profesores que impartirán la materia de Computación.
- K Adiestramiento del Personal Académico**  
En esta actividad se ven involucrados tanto los profesores seleccionados para la materia como el proveedor del equipo, ya que éste último generalmente proporciona un curso de capacitación para el uso del equipo, mismo que será tomado por los profesores.
- L Obtención del Mobiliario**  
Es la actividad en la que se decide, ya sea comprar o adaptar el mobiliario necesario para el laboratorio. Esta es realizada por el administrador con ayuda del asesor.
- M Instalación del Mobiliario**  
Esta actividad es ejecutada de acuerdo al plan de la distribución del equipo.
- N Instalación del Equipo**  
Esta actividad también es ejecutada de acuerdo al plan de la distribución del equipo.

#### O Supervisión General

En esta actividad el administrador verifica que todo esté listo en el laboratorio para su operación.

La relación entre las actividades se da como sigue:

ACTIVIDAD	ANTECESORAS INMEDIATAS
A	-----
B	
C	A,B
D	-----
E	A,B,D
F	-----
G	
H	F
I	-----
J	I
K	J
L	C
M	E,L
N	H,M
O	G,N

A partir de la relación anterior, se hace el diagrama de la Red, donde cada actividad se representa mediante una flecha y el principio y fin de cada actividad son eventos que se representan por nodos. En este caso fue necesario agregar actividades ficticias para seguir la lógica en la red.

#### 4.1.2 Aplicación del PERT

A la red de actividades resultante, se le aplicará el PERT (Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos), para calcular la probabilidad de que el proyecto se termine en un tiempo dado cualquiera (en este caso es necesario que el proyecto termine a lo más en 35 días), ya que existe incertidumbre en cuanto a los tiempos de duración de las actividades.

El primer paso en un análisis PERT es estimar el tiempo medio esperado de duración ( $t_e$ ) de cada una de las actividades, y una medida de la incertidumbre de esta duración ( $\sigma_{t_e}$ ).

El PERT emplea tres tiempos esperados para cada actividad:

##### 1. Tiempo optimista (a)

Es el tiempo en el cual se realiza la actividad si todo marcha a la perfección; este tiempo tendrá una probabilidad de ocurrencia muy baja.

## 2. Tiempo más probable (m)

Es el tiempo normal de ocurrencia de una actividad en circunstancias ordinarias; este tiempo representa la moda de la Distribución Beta.

## 3. Tiempo pesimista (b)

Es el tiempo de ocurrencia de una actividad en caso de que algo saliera mal; este tiempo tendrá una probabilidad de ocurrencia muy baja.

El PERT asume que estas tres estimaciones pueden usarse para describir una distribución Beta, la cual se muestra a continuación:

$$f(X) = \frac{(a + b + 1)! X^a (1 - X)^b}{a! b!} \quad \text{para } 0 \leq X \leq 1$$

$$a \geq 0$$

$$b \geq 0$$

$$\mu = \frac{a + 1}{a + b + 2}$$

$$\sigma^2 = \frac{(a + 2)(a + 1)}{(a + b + 3)(a + b + 2)}$$

Para la duración de cada actividad, entonces  $t_c$ ,  $\sigma_{t_c}$  se calculan aproximadamente como sigue:

$$t_c = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$\sigma_{t_c} = \frac{b - a}{6}, \quad V_{t_c} = (\sigma_{t_c})^2$$

Con estos elementos se procede a hacer la estimación del tiempo esperado de cada actividad, para lo cual será necesario asignar los valores para  $a$ ,  $b$  y  $m$  (estos se obtuvieron de la información proporcionada de la experiencia de cuatro planteles que ya contaban con un Laboratorio de Cómputo, y además de la proporcionada por los proveedores) mismos que se muestran en días en la Tabla 4.1.

El siguiente paso en este análisis consiste en calcular los tiempos esperados de ocurrencia más cercanos ( $\mu_{T_c}$ ) y más lejanos ( $\mu_{T_L}$ ) de cada uno



TABLA 4.1 CALCULO DEL TIEMPO ESPERADO DE DURACION

ACTIVIDAD	a	m	b	$t_e$	$\sigma_{t_e}$	$V_{t_e}$
A	1	2	3	2.50	0.33	0.11
B	3	4	6	4.16	0.50	0.25
C	2	3	6	3.33	0.66	0.44
D	3	5	6	4.83	0.50	0.25
E	15	20	30	20.83	2.50	6.25
F	1	2	3	2.00	0.33	0.11
G	1	2	2	1.83	0.16	0.03
H	10	12	15	12.16	0.83	0.69
I	10	14	20	14.33	1.66	2.76
J	3	5	6	4.83	0.50	0.25
K	14	18	21	17.83	1.16	1.35
L	14	20	25	19.83	1.83	3.36
M	2	3	5	3.16	0.50	0.25
N	1	2	3	1.33	0.33	0.11
O	1	2	3	1.33	0.33	0.11
f1	-	-	-	0.00	0.00	0.00
f2	-	-	-	0.00	0.00	0.00

TABLA 4.2 CALCULO DEL TIEMPO ESPERADO DE OCURRENCIA

No. DE EVENTO	$\mu_{T_e}$	$V_{T_e}$	$\mu_{T_L}$	$V_{T_L}$	HOLGURA ( $\mu_H$ )
1	0.00	0.00	0.00	4.36	0.00
2	2.50	0.11	8.06	4.27	5.56
3	4.16	0.25	8.06	4.27	3.90
4	4.83	0.25	10.39	6.72	5.56
5	2.00	0.11	22.17	0.91	20.17
6	14.33	2.76	14.33	1.60	0.00
7	7.49	0.69	11.39	3.83	3.90
8	19.16	3.01	19.16	1.35	0.00
9	27.32	4.05	31.22	0.47	3.90
10	30.43	4.30	34.33	0.22	3.90
11	31.76	4.41	35.66	0.11	3.90
12	36.99	4.36	36.99	0.00	0.00

de los eventos, así como su varianza ( $V_{T_C}, V_{T_L}$ ); para esto es necesario aclarar que los tiempos de duración de las actividades son independientes.

El tiempo esperado de ocurrencia de un evento se calcula en base a los tiempos esperados de duración de las actividades que inician o finalizan en tal evento. En general, este proceso consta de dos etapas:

- 1a La secuencia de esta etapa se realiza a partir del nodo inicial al nodo final. Al  $M_{T_C}$  del evento inicial se le asigna el valor de Cero; los otros  $M_{T_C}$  se calculan sumando los  $t_c$  de las actividades precedentes al evento, y en caso de obtener varios valores posibles para  $M_{T_C}$ , se elige el valor mayor; así mismo para calcular las  $V_{T_C}$ , se suman las  $V_{t_c}$ .
- 2a La secuencia de esta etapa se realiza a partir del nodo final al nodo inicial. Al  $M_{T_L}$  del evento final se le asigna el valor  $M_{T_C}$  del mismo evento, los otros  $M_{T_L}$  se calculan restandole los  $t_c$  de las actividades subsecuentes, y en caso de obtener varios valores posibles para  $M_{T_L}$ , se elige el valor menor; para calcular las  $V_{T_L}$ , se suman las  $V_{t_c}$  de las actividades susodichas.

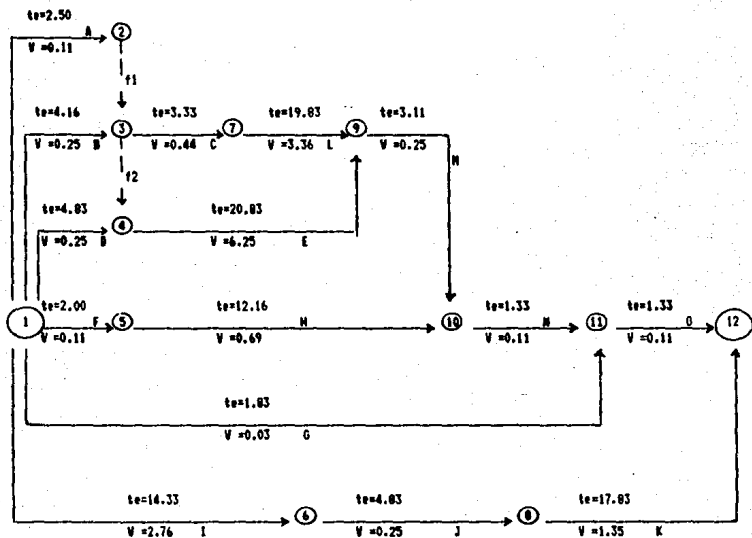
La Ruta Crítica se compone entonces de los eventos que presentan holgura cero ( $H_M$ ), esto es, aquellos eventos cuyo tiempo de ocurrencia más lejano menos el tiempo de ocurrencia más cercano sea cero ( $M_{T_L} - M_{T_C} = 0$ ). En la Tabla 4.2 aparecen los tiempos de ocurrencia esperados de los eventos, con su respectiva holgura.

Por lo tanto, los eventos que pertenecen a la Ruta Crítica son: 1, 6, 8 y 12, es decir, las actividades I, J y K son las actividades críticas, las cuales provocan que el tiempo esperado de duración del proyecto sea de 36.99 días, y si alguna de estas actividades se retrasa, el proyecto entero se retrasará.

La red resultante de todo este proceso se muestra en la Gráfica 4.1.

Una vez estimadas las  $M_{T_C}$  y  $V_{T_C}$  para cada uno de los eventos, se determinará la probabilidad de ocurrencia de un evento en un tiempo dado, para lo cual se supone que la ocurrencia más cercana de un evento tiene una Distribución Normal con media  $M_{T_C}$  y desviación estándar  $\sigma_{T_C}$ . Si la duración de

## RED DE ACTIVIDADES



Gráfica 4.1

la actividad  $i$  es  $t_i$ , entonces ésta es una variable aleatoria independiente con media y varianza verdaderas  $\mu_i$  y  $\sigma_i^2$  respectivamente.

Si se quiere obtener la probabilidad de completar el proyecto en un tiempo  $T_s$ , entonces se asume que  $T = \sum t_i$ , ( $t_i$  representa la duración de la actividad  $i$  que pertenece a la Ruta Crítica) y de acuerdo con el Teorema del Límite Central, si  $k$  es grande y las variables aleatorias son independientes, entonces  $T$  tendrá una distribución aproximadamente Normal con media  $T = \sum \mu_i$  y varianza  $V_T = \sum \sigma_i^2$ .

Siendo así, y estandarizando la variable aleatoria  $T$ , se tiene que:

$$T_s = \mu_{TC} + Z \sigma_{TC}, \text{ de donde}$$

$$Z = \frac{T_s - \mu_{TC}}{\sigma_{TC}}$$

Buscando el valor de  $Z$  en Tablas, se obtiene la probabilidad de que el evento (final) ocurra en un tiempo no mayor a  $T_s$  ( $P(T \leq T_s)$ ). Este procedimiento puede aplicarse a cualquier evento.

Aplicando lo anterior al proyecto que se está tratando, se define a  $T_s$  como 35 días y de la Tabla 4.2 se obtiene  $\mu_{TC} = 36.99$  días y  $V_{TC} = 4.36$  días, entonces:

$$Z = \frac{35 - 36.99}{\sqrt{4.36}} = -0.953$$

lo cual implica que la probabilidad de que el proyecto se termine en 35 días o menos es 0.17. Esto significa que hay una probabilidad de 0.83 de que el proyecto no se termine en la fecha indicada.

De la misma forma se obtiene la probabilidad de que los eventos 3, 7, 9, 10 y 11 (que conforman una ruta no crítica) se terminen como máximo en 5, 8, 28, 31 y 32 días respectivamente:

$$\begin{aligned} Z_3 &= 1.68 \implies P = 0.95 \\ Z_7 &= 0.61 \implies P = 0.73 \\ Z_9 &= 0.34 \implies P = 0.63 \\ Z_{10} &= 0.28 \implies P = 0.61 \\ Z_{11} &= 0.11 \implies P = 0.54 \end{aligned}$$

Si se supone que el proyecto se inicia en un tiempo cero, entonces:  
Se tiene un 95% de probabilidades de que se realice la planeación de la ubicación del laboratorio y se contrate al asesor en un máximo de 5 días.

Hay 73% de probabilidades de que se termine la planeación de la distribución del equipo en 8 días o menos, a partir de la iniciación del proyecto.

Existe un 63% de probabilidad de que se comience a instalar el mobiliario a los 28 días (o antes) del arranque del proyecto.

Hay una probabilidad del 39% de que la instalación del equipo de cómputo se inicie después de 31 días. La probabilidad de que la supervisión general se inicie a lo más en 32 días es de 54%.

Se obtienen probabilidades de ocurrencia de los eventos, debido a que los tiempos de duración de las actividades que los preceden no son determinísticos, es decir, no se sabe con certeza en qué tiempo se dará un evento particular, así que lo que se ha calculado únicamente son los tiempos esperados más lejanos y más cercanos, cuya diferencia es la media esperada de la holgura.

Ahora bien, la probabilidad de que un evento tenga holgura se determina de la siguiente manera:

Dado que  $H$  es la diferencia entre las variables aleatorias independientes con distribución Normal,  $T_L$  y  $T_C$ , entonces  $H$  también es una variable aleatoria con distribución Normal, media  $\mu_H$  y varianza  $\sigma_H^2 = \sigma_{T_C}^2 - \sigma_{T_L}^2$ , por lo que

$$0 = \mu_H + Z\sigma_H, \text{ de donde}$$

$$Z = \frac{-\mu_H}{\sigma_H}$$

Buscando el valor de  $Z$  en Tablas, se obtiene  $P(H \leq 0)$ , pero lo que se busca es la probabilidad de que el evento tenga holgura, es decir,  $P(H > 0)$ , así que la probabilidad requerida es  $[1 - P(H \leq 0)]$

Aplicando lo anterior a cada uno de los eventos, se tiene:

$$\begin{aligned} Z_1 &= 0.00 \implies [1 - P] = 0.500 \\ Z_2 &= -2.66 \implies [1 - P] = 0.004 \\ Z_3 &= -1.83 \implies [1 - P] = 0.034 \\ Z_4 &= -2.11 \implies [1 - P] = 0.018 \\ Z_5 &= -19.97 \implies [1 - P] = 0.000 \end{aligned}$$

$Z_6 = 0.00$	$\Rightarrow$	$[1 - P] = 0.500$
$Z_7 = -1.83$	$\Rightarrow$	$[1 - P] = 0.034$
$Z_8 = 0.00$	$\Rightarrow$	$[1 - P] = 0.500$
$Z_9 = -1.83$	$\Rightarrow$	$[1 - P] = 0.034$
$Z_{10} = -1.89$	$\Rightarrow$	$[1 - P] = 0.030$
$Z_{11} = -1.83$	$\Rightarrow$	$[1 - P] = 0.034$
$Z_{12} = 0.00$	$\Rightarrow$	$[1 - P] = 0.500$

Los eventos (1, 6, 8 y 12) con  $\mu_H = 0$ , es decir, los eventos que pertenecen a la Ruta Crítica tienen una probabilidad del 50% de tener holgura y 50% de no tenerla. Los eventos 3, 7, 9, 10 y 11, con holgura  $\mu_H > 0$  y por ende no pertenecientes a la Ruta Crítica, tienen probabilidad del 3% aproximadamente de no presentar holgura, es decir, 3% de probabilidades de incorporarse a la Ruta Crítica. Los eventos 2 y 4, con  $\mu_H > 0$ , presentan una probabilidad muy alta (99.6% y 98.2% respectivamente) de tener holgura. Y por último, se dice casi con certeza que el evento 5 tendrá holgura.

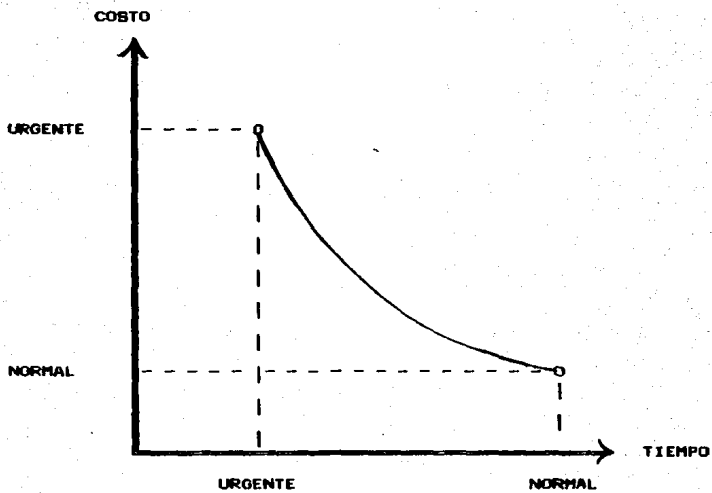
En el análisis anterior sobre los eventos, se observa que es muy poco probable que el proyecto sea terminado en el tiempo especificado (35 días), por lo que será pertinente reducir los tiempos de duración de algunas actividades, incorporando costos al modelo. Para introducir costos a la red de actividades, se toman en cuenta los costos extremos, es decir, si la actividad se realiza en el menor tiempo posible entonces, ésta tendrá un costo mayor; si por el contrario, la actividad se realiza en un tiempo normal, el costo será menor.

Los costos extremos y los intermedios se representan por medio de una curva, cuya pendiente indica el incremento unitario de los costos por unidad de disminución de tiempo. Esto se muestra en la Gráfica 4.2.

El Objetivo será determinar la combinación de tiempo-costo que satisfaga el tiempo programado de terminación del proyecto a un costo mínimo, lo cual puede ser planteado como un Problema de Programación Lineal.

Sin embargo, en este caso no es posible aplicar este método (PERT-costo) debido a que es muy difícil determinar los elementos costo-tiempo, pues existe tanta variedad de información como planteles hay.

## TIEMPO-COSTO EXTREMOS



Gráfica 4.2.

Al terminar de implantar el Laboratorio, éste se encuentra ya en condiciones de funcionar, entonces ahora falta saber cómo administrarlo. Este aspecto será tratado en el punto siguiente.

NOTA: Al aplicar el Método PERT se supone que la distribución del tiempo es una Distribución Beta, con media  $t$  y varianza  $\sigma^2$ , sin embargo la verdadera distribución del tiempo es desconocida, por lo cual al hacer esta suposición se incurre en errores e inconsistencias, pero a pesar de esto, el PERT sigue siendo confiable. La información sobre este aspecto se encuentra más detallada en la Referencia Bibliográfica: 28.

## 4.2 Proceso Administrativo

### 4.2.1 Introducción

El administrador del Laboratorio de Cómputo es el encargado de vigilar, promover y desarrollar la Materia de Computación; supervisar que los profesores impartan su clase; solucionar los problemas escolares, y buscar la excelencia académica.

A fin de manejar el Laboratorio de Cómputo satisfactoriamente se emplea el Proceso Administrativo, el cual determina los objetivos; establece los planes y reglas para ejecutarlos; delimita responsabilidades; y evalúa resultados. Este proceso tiene como fin, que las cosas se hagan de manera eficiente, evitando correr el riesgo de desperdiciar múltiples actividades y recursos.

El Proceso Administrativo se divide en seis etapas a saber:

- 12 En la de previsión se determinan los objetivos que se desean lograr, los cuales pueden ser formulados, fijados o adaptados por maestros, alumnos, la dirección de la institución, la sociedad de padres de familia y el propio gobierno.
- 28 En la de planeación se determina el plan de acción y las políticas para conseguir los objetivos predeterminados, mismos que deberán ajustarse a estimaciones adecuadas de los recursos humanos, materiales y financieros (disponibles y factibles), de tal manera que se logren obtener los resultados que se desean en la mejor forma, con el menor gasto de tiempo y de esfuerzo.



- 3ª En la de organización se determinan todas las actividades que van a ejecutarse para lograr el objetivo principal, así como la relación entre estas; y también se definen las líneas de autoridad y responsabilidad de los individuos de la empresa.
- 4ª En la de integración se busca la articulación de los medios establecidos en la etapa de la planeación (recursos en general).
- 5ª En la de dirección se pretende alcanzar la realización efectiva de todo lo planeado, por medio del ejercicio de la autoridad y de acuerdo con los planes y la organización preestablecidos.
- 6ª En la de control se comparan los resultados observados con los esperados, con el fin de mejorar los planes de acción.

La descripción de las etapas de este proceso se tratarán más ampliamente en el siguiente punto.

#### 4.2.2 Etapas del Proceso Previsión

La previsión es la base necesaria para la planeación, y para poderla realizar es indispensable fijar los objetivos que se persiguen; estos a su vez deben descansar sobre hechos; ser susceptibles de medirse, no sólo cualitativamente sino también es recomendable cuantitativamente.

Los objetivos fijados deben ajustarse a las siguientes reglas:

- No se debe confundir el problema real con sus efectos, ni con los medios para solucionarlo.
- No deben ser rígidos en cuanto a su realización.
- No deben ser redundantes, pero tampoco deben darse como iguales objetivos diferentes, aunque aparentemente ser iguales.
- Se deben consultar varias opiniones para complementar su fijación.
- Deben ser cabalmente conocidos por quienes colaboran a su logro.
- No deben ser cambiados constantemente.

Algunos de los objetivos más importantes para este caso específico, que deberán ser fijados en esta etapa son los siguientes (estos objetivos varían de acuerdo a las expectativas de cada plantel):

- A Obtener máxima utilidad del equipo.
- B Obtener prestigio.
- C Obtener ganancias máximas.
- D Brindar servicio de cómputo óptimo.
- E Conservar el equipo en buenas condiciones.
- F Satisfacer la demanda de suministros ( papel, cintas, diskets, etc. ).
- G Que el equipo de cómputo no se use para otros fines que no sean los de la institución.
- H Que el equipo no sea maltratado.
- I Que el laboratorio funcione en los horarios establecidos.

Los objetivos anteriores no se encuentran en orden de importancia, pero es indispensable distinguir la prioridad que existe entre ellos, así que para resolver este problema se aplica el algoritmo para la jerarquización de los elementos de un sistema, que se presenta a continuación.

La subordinación de los objetivos se presenta en la siguiente matriz, donde el elemento  $i, j$  es igual a 1, si el objetivo  $i$  contribuye a lograr el objetivo  $j$ ; y es cero en cualquier otro caso.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0	0	1	0	0	0	0	0	0
B	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	1	1	1	0	0	0	0	0	0
E	1	1	1	1	0	0	0	0	0
F	1	1	1	1	0	0	0	0	0
G	1	1	1	1	0	0	0	0	0
H	1	1	1	1	0	0	0	0	0
I	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Esta matriz cumple con las propiedades de subordinación:

- i)  $m_{i,i} = 0$
- ii) Si  $m_{i,j} = 1 \implies m_{j,i} = 0$
- iii) Si  $m_{i,j} = 1$  y  $m_{j,k} = 1 \implies m_{i,k} = 1$ .

Ahora se procede hacer la racionalización de la matriz, para obtener las matrices de subordinación; mediante los cuatro pasos siguientes:

**Paso I** Identificar los conjuntos del nivel supremo (renglón de ceros) y nivel infimo (columna de ceros).  
 Nivel supremo = {C}  
 Nivel infimo = {E, F, G, H, I}

**Paso II** Eliminar jerarquías triviales. Como la matriz no tiene elementos cuyo renglón y columna sean iguales a cero, entonces en este caso no existen jerarquías triviales.

**Paso III** Determinar elementos de jerarquía conectada que pertenecen al conjunto del nivel supremo.

Miembros del nivel infimo	Miembros del nivel supremo al que están conectados
E	C
F	C
G	C
H	C
I	C

Como existe un sólo conjunto del nivel supremo conectados a los miembros del nivel infimo, significa que existe una sola jerarquía cuyo nivel supremo es {C}.

**Paso IV** Encontrar la matriz de subordinación conectada correspondiente a la jerarquía:

a) La suma booleana no se puede realizar en éste, porque sólo hay un elemento en el nivel supremo, sin embargo al sustituir las columnas de la matriz de subordinación por el producto booleano de las columnas originales de dicha matriz con la columna correspondiente al elemento del nivel supremo, se obtiene la matriz original; y al eliminar de ésta las columnas y renglones de ceros, se obtiene la matriz de subordinación conectada correspondiente al nivel supremo:

	A	B	C	D
A	0	0	1	0
B	0	0	1	0
D	1	1	1	0
E	1	1	1	1
F	1	1	1	1
G	1	1	1	1
H	1	1	1	1
I	1	1	1	1

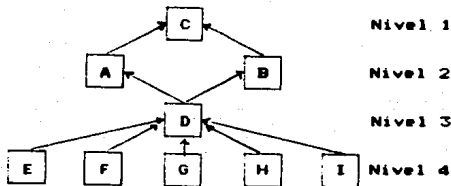
b) Para obtener la gráfica no redundante correspondiente a la jerarquía, se utiliza el Algoritmo de la Máscara de Figura 4.1, y los resultados son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 S_H &= \{A, B, C, D\} \\
 S_V &= \{A, B, D, E, F, G, H, I\} \\
 S_H \cap S_V &= \{A, B, D\} \\
 S_1 &= S_H - [S_H \cap S_V] = \{C\} \\
 S_2 &= \{A, B\} \\
 S_2 &= S_2 \cap S_H = \{A, B\} \\
 S_3 &= \{D\} \\
 S_3 &= S_3 \cap S_H = \{D\}
 \end{aligned}$$

Las matrices resultantes son:

	C		A	B		D
A	1		D	1	E	1
B	1				F	1
					G	1
					H	1
					I	1

Y la gráfica de jerarquía de los objetivos es:



Por lo tanto el objetivo principal del plantel al poner en marcha el Laboratorio de Cómputo es obtener máximas ganancias, apoyándose para ello en los demás objetivos.

#### Planeación

Con los objetivos ya determinados y jerarquizados, se comienza la etapa de la planeación, donde se toman en cuenta los siguientes aspectos:

ALGORITMO DE LA MASCARA

$S_H$  Conjunto de los índices correspondientes a los elementos que aparecen en las columnas de la matriz de subordinación conectada.

$S_V$  Conjunto de los índices correspondientes a los elementos que aparecen en los renglones de la matriz de subordinación conectada.

$N$  Matriz de subordinación conectada.

$S_i$  Conjunto de elementos que aparecen en el  $i$ -ésimo nivel de una jerarquía.

$S_1$  Conjunto de elementos de nivel supremo.

$n$  Número de niveles de una jerarquía.

$S_n$  Conjunto de elementos de nivel infimo.

$\hat{S}_i$  Subconjunto de  $S_i$  compuesto por aquellos elementos de  $S_i$  que tienen al menos un elemento subordinado a ellos.

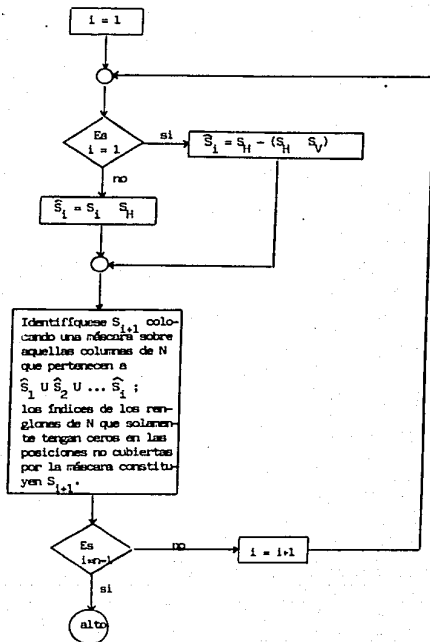


Figura 4.1

#### **Análisis del Medio Ambiente**

Aquí se evalúan los factores directos e indirectos que afectan de alguna manera el logro de los objetivos. Entre los factores directos que se pueden mencionar, se encuentran en primera instancia los planteles competidores; gran variación en la demanda de los alumnos; y los cambios en la política educativa de la SEP o de la UNAM. Entre los indirectos están las devaluaciones y el avance tecnológico, etc.

#### **Análisis de los Recursos**

En esta parte se evalúa qué se está haciendo mejor o peor en relación a los competidores. Para esto se determinan los recursos necesarios para alcanzar el éxito; así como los recursos de los que se dispone. La diferencia entre éstos indicará las fortalezas y/o debilidades del laboratorio. Para convertir las debilidades en fortalezas se deben asignar recursos extras que pueden ser de tipo financiero, físico, humano, tecnológico, etc. Ejemplo de ellos serían: incrementar el número de computadoras; mejorar el mobiliario y la seguridad; incrementar la capacitación y motivación del profesorado, etc.

#### **Identificación de Estrategias**

Ya que se fijaron los objetivos, se determinó el medio ambiente que los afecta y los recursos con los que se puede llegar a contar para lograrlos, se procede a la identificación de las estrategias básicas que seguirá el administrador del laboratorio para aprovechar al máximo las oportunidades que se presenten, para que de esta forma se traten de evitar, hasta donde sea posible, las amenazas para el logro de los objetivos. Por ejemplo, si los planteles competidores ofrecen mejor servicio y el plantel "X" ofrece regular servicio, pero este último cuenta con recursos humanos, entonces puede vigilar que el equipo de cómputo se utilice sólo para fines académicos y/o vigilar que los alumnos cuiden el equipo, lo cual contribuirá en alguna medida a mejorar el servicio.

#### **Determinación de los Cambios**

Una vez identificadas las estrategias, se procede a analizarlas para saber si cumplen entre otras cosas con:

- Que las estrategias adoptadas, sean compatibles
- Que se concentren recursos en cuestiones críticas
- Que se trate el problema con los recursos factibles
- Que se aprovechen las ventajas de la institución.

Con lo cual se deberán reconsiderar las estrategias y decidir si cambiar o modificar algunas o adoptarias tal cual. Pero no es muy aconsejable embarcarse en un plan estratégico de adquirir recursos o destrezas que son débiles o que no existen, por el contrario las ventajas reconocidas deben aprovecharse y explotarse a fondo.

#### **Ejecución de la Estrategia**

Una vez determinada la estrategia es preciso incorporarla a las operaciones cotidianas de la institución, para lo cual debe convertirse en planes tácticos, programas y presupuestos.

#### **Medición y Control del Progreso**

En este punto se deben comparar el plan estratégico con el avance, para ver si se están alcanzando los resultados deseados.

Las ventajas principales de la Planeación son: se anticipa a los problemas antes de que se presenten y se les hace frente antes de que se agraven; ayuda a conseguir más información, para tomar buenas decisiones que resistan la prueba del tiempo.

#### **Organización**

En la etapa de Organización se puede buscar la forma de disponer el trabajo y distribuirlo entre los miembros de la institución con el propósito de alcanzar las metas fijadas, para lo cual es necesario seguir los pasos que se dan a continuación:

- 1R Detallar el trabajo que hay que hacer para alcanzar las metas.
- 2R Dividir el trabajo en actividades que se desarrolen lógicamente y equilibradamente por los miembros de la institución, es decir, el trabajo se debe dividir en tal forma que un individuo realice sólo un conjunto de actividades, lo cual traerá consigo mayor eficiencia.
- 3R Combinar el trabajo en forma lógica y eficiente, esto es, departamentalizar la institución, lo cual consiste en la agrupación de actividades que pueden ser desempeñadas por unidades de trabajo (conjunto de individuos con el mismo propósito). La relación entre las unidades de trabajo se representa generalmente por medio de un organigrama, el cual resalta en la institución:

- La división del trabajo
- La escala jerárquica
- Las diversas áreas de responsabilidad
- La base sobre la cual se dividen las actividades
- La jerarquía administrativa

Un ejemplo de un organigrama de un plantel sería como el que se muestra en la Figura 4.2.

Generalmente la organización de la institución (organigrama) se realiza en forma funcional, es decir, se departamentaliza por la función desempeñada, sin embargo existe otro tipo de organización adicional a la anterior; la cual consiste en las relaciones interpersonales entre las unidades de trabajo originadas por la propia necesidad. Si en un organigrama, de alguien dependen muchos subalternos, el resultado será una falta de control de ellos e ineficiencia en la utilización del tiempo de todos los involucrados; si por el contrario dependen pocos subalternos, habrá un exceso de supervisión, burocratismo e incremento de gastos.

- 42 Coordinar el trabajo como un todo unificado y armónico, es decir, coordinar que las metas particulares de cada uno de los departamentos no se contrapongan a las metas generales de la institución, reduciendo de esta manera la ineficiencia y los conflictos internos.
- 52 Seguir y reorganizar, esto se hace debido a que el proceso de organizar es continuo, por lo que se deberá evaluar periódicamente si la organización corresponde a las necesidades actuales, y en caso de no ser así, ajustar el proceso para no disminuir la efectividad.

### Integración

En la etapa de la Integración se obtienen los elementos materiales y humanos (conseguir personal, equipo, dinero, etc.) para llevar a cabo lo que se ha planeado en las etapas anteriores. La Integración se basa en los siguientes principios:

- 12 La integración de las personas, consiste en seleccionar al personal más adecuado a las funciones, es decir, el personal debe adaptarse a las funciones; después de ser elegido debe proveerse de los elementos administrativos necesarios para que éste haga frente a sus obligaciones en forma eficiente; lo cual hace



# ORGANIGRAMA (Fragmento)

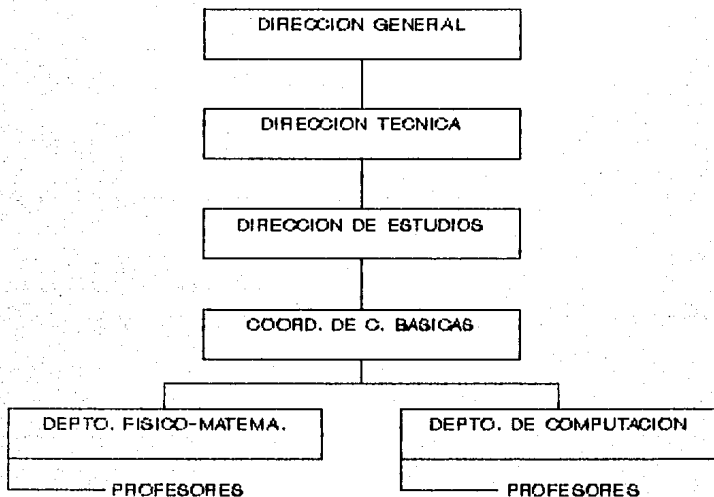


FIG. 4.2

que los miembros de la institución se articulen debidamente en su jerarquía. Para la integración de personal se debe hacer lo siguiente:

**Reclutar.**- Es la concentración de candidatos a empleos.

**Seleccionar.**- Implica evaluar y escoger entre los candidatos, a los mejores.

**Introducir.**- Se transforma el buen candidato en empleado (contratación).

**Desarrollar.**- Se hace del elemento contratado un buen elemento (por medio de capacitación y adiestramiento).

22 La integración de las cosas, consiste en la articulación de los recursos materiales entre sí y además con las personas; de tal forma que siempre se disponga de los elementos materiales en la medida necesaria (que no falten y que no sobren).

#### Dirección

La función principal de la dirección se basa en la generación e implantación de estrategias óptimas, coordinando de alguna manera los esfuerzos y recursos (administrativos, académicos, técnicos, etc.) para obtener ventajas que ayuden al logro de las metas de la institución y de los colaboradores; otra función es la solución de problemas por medio de la toma de decisiones; además de supervisar el cumplimiento de políticas, procedimientos y funciones para que se logre el fin propuesto. Las fases de la dirección son:

- Delegar autoridad
- Ejercer autoridad
- Establecer canales de autoridad
- Supervisar que se cumpla lo ordenado.

En esta etapa, al seguir las fases anteriores es recomendable se coordinen los intereses de los miembros de la institución (individuales y de grupo); se originen órdenes impersonales; se respeten las jerarquías establecidas; se utilicen los conflictos para encontrar soluciones, y se resuelvan lo más pronto posible. En la dirección se ejercen tres papeles a saber:

**Interpersonal.**- Representa la institución, e interacciona con sus subordinados.

**Informativo.**- Obtiene información de su subalternos y de otras fuentes personales.

**Decisorio.**- Resuelve todo tipo de conflictos; asigna recursos y además, pone en marcha

los nuevos planes.

### Control

Esta etapa se sustenta en reglas y tácticas para supervisar que lo que se está haciendo sea lo que se ha propuesto, para que de esta forma se evalúen los resultados y se eliminen las desviaciones en caso necesario. Las fases del Control son:

- Establecer medidas de control (reglas precisas y cuantitativas).
- Conseguir información.
- Interpretar los resultados.
- Utilizar los resultados.

La principal característica del Control es que permite dirigir la atención hacia las diferencias entre lo observado y lo esperado, para que al corregirlas se logren las metas de la institución.

El Control, por ser un proceso que siempre se está retroalimentando, se presenta en todas las etapas y a la vez cierra el ciclo del Proceso Administrativo

Como se puede apreciar, en este punto sólo se hizo la descripción del Proceso Administrativo, ya que en sí no es posible llevarlo a la práctica dentro del laboratorio, porque no se está manejando el problema real, es decir, sólo se ha dado la pauta para ponerlo en operación, más sin embargo no se tiene la vivencia del hecho, pero para que esto no quede sólo en el aire, se presenta en el siguiente punto una simulación de lo que sería el funcionamiento del laboratorio.

## **4.3 Simulación del Laboratorio**

### **4.3.1 Modelado**

Roberth E. Shannon define simulación de la siguiente manera: "Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo de un sistema real y conducir experimentos con este modelo, con el propósito ya sea de entender el comportamiento del sistema o de evaluar varias estrategias (dentro de los límites impuestos por un criterio o un conjunto de criterios), para la operación del sistema".

Bajo esta definición, entonces un "modelo" es una representación abstracta de un sistema real que ayuda a explicar, a entender, a evaluar o mejorar el propio sistema.

En este caso específico el sistema real es un "Laboratorio de Cómputo" (experimental), cuyo objetivo deseado es "brindar servicio óptimo", para lo cual sería conveniente:

- a) Que en cada computadora trabajaran los menos alumnos posibles por sesión.
- b) Que el laboratorio funcione el mayor tiempo factible (de lunes a viernes), dentro del horario escolar (8:00 am a 14:00 pm).
- c) Que el número de horas/semana que los alumnos tengan acceso a las computadoras sea el máximo posible.

Tomando en cuenta la influencia de factores (no controlables) tales como: fallas en el equipo; fallas en el suministro eléctrico; inasistencia de los alumnos, y prolongación del tiempo de reparación del equipo.

La ocurrencia de una falla en cualquier parte del equipo, hace que los alumnos se distribuyan en el resto del equipo, lo cual causa una baja en la eficacia del servicio (debido a que habrá más alumnos por computadora). Durante el tiempo de reparación del equipo subsistirá esta deficiencia de servicio. Una falla de suministro eléctrico, traerá como consecuencia una suspensión total del servicio, misma que repercutirá en la calidad y cantidad de éste. Por otra parte, la falta de asistencia de los alumnos incrementará indirectamente la eficiencia del servicio (debido a que habrá menos alumnos por computadora).

A partir del problema real, se procede a hacer el "modelo" que lo representará. El propósito principal del modelo es ayudar en la evaluación de la eficiencia del servicio, considerando los efectos de ciertos parámetros críticos; para esto se supone:

- 1.- Los alumnos asisten o no asisten a la clase.
- 2.- El equipo falla totalmente o funciona completamente.
- 3.- El suministro eléctrico es perfecto o imperfecto.

Las variables que intervienen son:

- FE1 Frecuencia de falla en computadoras/día.
- FE2 Frecuencia de falla en impresoras/día.
- FA Frecuencia de falta de asistencia/sesión.
- FC Frecuencia de falla eléctrica/semana.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

De acuerdo a los datos obtenidos debido a la experiencia, y a las características de estas distribuciones teóricas, se supone que las variables antes definidas se distribuyen de la siguiente manera:

FE1, FE2, FA y FC se distribuyen en forma Poisson con media y varianza igual a  $\lambda$ .

TF, TR, y TI se distribuyen en forma Normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ .

Para confirmar que estas variables se ajustan a las distribuciones señaladas (hipótesis), se hacen pruebas de bondad de ajuste. Una prueba de la discrepancia entre la frecuencia observada y la frecuencia esperada, es dada por el estadístico:

$$\chi^2_c = \frac{\sum (fo - fe)^2}{fe}$$

donde:

fo = la frecuencia observada para cada clase, y  
fe = la frecuencia esperada para cada clase, determinada por la distribución teórica.

k = número de clases.

Si  $\chi^2_c = 0$ , entonces las frecuencias observada y teórica concuerdan exactamente.

Si  $\chi^2_c > 0$ , entonces no concuerdan, así que se debe comparar el valor calculado de  $\chi^2_c$  contra su valor en Tablas ( $\chi^2_{(\alpha, \nu)}$ ,  $\alpha$  = nivel de significancia y  $\nu$  = grados de libertad), para determinar si la variación se debe a causas aleatorias.

La Hipótesis nula ( $H_0$ ) será: "No existe diferencia significativa entre la distribución de frecuencia observada y la distribución teórica, con los mismos parámetros".

Si  $\chi^2_c > \chi^2_{(\alpha, \nu)}$ , entonces se rechaza  $H_0$  (se concluye que la frecuencia observada difiere significativamente de la frecuencia esperada).

Para el uso de esta prueba, se debe tomar en cuenta que la frecuencia esperada para cada clase debe ser mayor o igual a 5, si no es así, se deben agrupar clases adyacentes. Los grados de libertad están dados por  $v = k - 1 - m$ ;  $k$  = número de clases y  $m$  = número de parámetros necesarios para calcular las frecuencias esperadas.

Ahora bien, los datos empíricos utilizados para realizar las pruebas de bondad de ajuste, se obtuvieron de los registros de un Laboratorio de Cómputo, los cuales abarcan cuatro meses laborales (84 días).

§ La distribución de frecuencia de fallas de computadoras/día (FE1), y el cálculo de la  $\chi^2$  se presentan a continuación:

x Num. de Fallas	Num. de días con x fallas	Frecuencia Relativa
0	40	0.476
1	28	0.333
2	11	0.131
3	4	0.048
4	1	0.012
<b>I</b>	<b>84</b>	<b>1.000</b>

De la tabla anterior se obtiene: media=0.786 y varianza=0.869.

Dado que se quiere probar que estos datos tienen una distribución Poisson con media y varianza igual a  $\lambda$ , y como los parámetros obtenidos no coinciden, entonces se puede calcular  $\lambda$  como el promedio de dichos parámetros:

$$\lambda = \frac{0.786 + 0.869}{2} = 0.828$$

La frecuencia esperada se obtiene sustituyendo el valor de  $x$  y de  $\lambda$  en la función de distribución Poisson, y multiplicando el resultado por 84.

x	fo	fe	(fo-fe) <sup>2</sup> /fe
0	40	37	0.243
1	28	30	0.133
2	11	13	0.059
3	4	3	
4	1	1	
I	84	84	$\chi^2_c = 0.435$

En la tabla anterior se agruparon las tres últimas clases, debido a que había  $f_e < 5$ . Una vez calculado el estadístico  $\chi^2_c$  se compara con su valor en Tablas ( $\chi^2_{(3df, 0.1)} = 3.841$ ). Como  $\chi^2_c < \chi^2_{(3df, 0.1)}$ , entonces no se puede rechazar la hipótesis nula.

Así que se puede decir que FE1 se distribuye como una Poisson con media y varianza igual a 0.828.

§ La distribución de frecuencia de fallas de impresoras/día (FE2) y el cálculo de la  $\chi^2_c$  se presentan a continuación:

x	Num. de Fallas	Num. de días con x fallas	Frecuencia Relativa
0		50	0.595
1		27	0.322
2		7	0.083
I		84	1.000

De la tabla anterior se obtiene: media=0.488 y varianza=0.422, por lo cual  $\lambda = 0.455$ . La frecuencia esperada se obtiene sustituyendo los valores de  $x$  y  $\lambda$  en la distribución Poisson y multiplicando el resultado por 84.

x	fo	fe	(fo-fe) <sup>2</sup> /fe
0	50	53	0.170
1	27	25	0.160
2	7	6	0.167
I	84	84	$\chi^2_c = 0.497$

Como  $\chi^2 = 0.497 < \chi^2_{(p=0.1)} = 3.481$ , entonces no se puede rechazar  $H_0$ . Por lo tanto, se puede decir que FE2 se distribuye como una Poisson con media y varianza igual a 0.455.

8 La distribución de frecuencia de falta de asistencia de alumnos/sesión (FA1) y el cálculo de la  $\chi^2$  se muestran a continuación (si se considera que el laboratorio funciona seis horas/día, entonces se tienen 504 sesiones):

x Num. de Fallas	Num. de días con x fallas	Frecuencia Relativa
0	85	0.169
1	152	0.302
2	131	0.259
3	83	0.165
4	34	0.067
5	12	0.024
6	3	0.006
7	2	0.004
8	1	0.002
9	1	0.002
<b>E</b>	<b>504</b>	<b>1.000</b>

De la tabla anterior se obtiene: media=1.802 y varianza=1.951, por lo cual  $\lambda = 1.877$ . La frecuencia esperada se obtiene sustituyendo los valores de  $x$  y  $\lambda$  en la distribución Poisson y multiplicando el resultado por 504.

x	$f_o$	$f_e$	$(f_o - f_e)^2 / f_e$
0	85	77	0.831
1	152	145	0.338
2	131	136	0.184
3	83	85	0.047
4	34	40	0.900
5	12	15	0.600
6	3	5	0.167
7	2	1	
8	1	0	
9	1	0	
<b>E</b>	<b>504</b>	<b>504</b>	<b><math>\chi^2_c = 3.067</math></b>



Como  $\chi^2_c = 3.067 < \chi^2_{(0.05, f)} = 11.071$ , entonces no se puede rechazar  $H_0$ . Por lo tanto, se puede decir que FAI se distribuye como una Poisson con media y varianza igual a 1.877.

§ La distribución de frecuencia de fallas de corriente eléctrica/semana (FC) y el cálculo de la  $\chi^2$  se muestran a continuación (se consideran 17 semanas):

x	Num. de Fallas	Num. de sem. con x fallas	Frecuencia Relativa
0		7	0.412
1		5	0.294
2		3	0.176
3		2	0.118
$\Sigma$		17	1.000

De la tabla anterior se obtiene: media=1.00 y varianza=1.125, por lo cual  $\lambda = 1.063$ . La frecuencia esperada se obtiene sustituyendo los valores de x y  $\lambda$  en la distribución Poisson y multiplicando el resultado por 17.

x	fo	fe	(fo-fe) <sup>2</sup> /fe
0	7	6	0.167
1	5	6	0.167
2	3	4	0.000
3	2	1	
$\Sigma$	17	17	$\chi^2 = 0.334$

Como  $\chi^2_c = 0.334 < \chi^2_{(0.05, f)} = 3.481$ , entonces no se puede rechazar  $H_0$ . Por lo tanto, se puede decir que FC se distribuye como una Poisson con media y varianza igual a 1.063.

Sea TEF1 el intervalo de tiempo entre las fallas de computadoras. Como FE1 se distribuye en forma Poisson con media y varianza  $\lambda = 0.828$ , entonces  $TEF1 \sim E(1/\lambda, 1/\lambda^2) = E(1.208, 1.459)$ , es decir, el tiempo esperado promedio entre cada falla será de 1.208 días.

Sea TEF2 el intervalo de tiempo entre las fallas de impresoras. Como FE2 se distribuye en forma Poisson con media y varianza  $\lambda = 0.455$ ,

entonces  $TEF2 \sim E(1/\lambda, 1/\lambda^2) = E(2.198, 4.830)$ , es decir, el tiempo esperado promedio entre cada falla será de 2.198 días.

Sea TEFA el intervalo de tiempo entre cada falta de asistencia. Como FA se distribuye en forma Poisson con media y varianza  $\lambda = 1.877$ , entonces  $TEFA \sim E(1/\lambda, 1/\lambda^2) = E(0.533, 0.283)$ , es decir, el tiempo esperado promedio entre cada falta de asistencia será de 0.533 de sesión.

Sea TEFC el intervalo de tiempo entre cada falla de corriente. Como FC se distribuye en forma Poisson con media y varianza  $\lambda = 1.063$ , entonces  $TEFC \sim E(1/\lambda, 1/\lambda^2) = E(0.941, 0.885)$ , es decir, el tiempo esperado promedio entre cada falla de corriente será de 0.941 de semana.

§ La distribución del tiempo de reparación del equipo (TR) en días, y el cálculo de la  $\chi^2$  se presentan a continuación:

DIAS DE REPARACION INTERVALO	x	CANTIDAD DE EQ. CON REPARACION DE x DIAS	FRECUENCIA RELATIVA
0 - 1	0.5	3	0.028
1 - 2	1.5	6	0.056
2 - 3	2.5	10	0.094
3 - 4	3.5	18	0.168
4 - 5	4.5	23	0.215
5 - 6	5.5	18	0.168
6 - 7	6.5	14	0.131
7 - 8	7.5	7	0.065
8 - 9	8.5	5	0.047
9 - 10	9.5	2	0.019
10 - 20	15.0	1	0.009
<b>E</b>		<b>107</b>	<b>1.000</b>

Con la tabla anterior se obtiene: media=4.87 y varianza=4.92. Como la distribución Normal es continua, y no se puede expresar su distribución acumulada en forma explícita, entonces se estandarizaron los límites de todos los intervalos, usando la media y varianza estimadas; y los valores obtenidos se buscaron en Tablas. La diferencia entre estos valores para los puntos extremos de los intervalos, proporcionaron la frecuencia relativa esperada, que multiplicada por 107 (66 fallas de computadoras y 41 de impresoras) da la frecuencia esperada (fe).

INTERVALO (i - j)	f <sub>o</sub>	FREC.REL.ESP. F(j)-F(i)	f <sub>e</sub>	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
0 - 1	3	0.03	3	
1 - 2	6	0.06	7	0.10
2 - 3	10	0.10	11	0.09
3 - 4	18	0.15	16	0.25
4 - 5	23	0.18	19	0.84
5 - 6	18	0.17	18	0.00
6 - 7	14	0.14	15	0.07
7 - 8	7	0.09	10	0.90
8 - 9	5	0.05	5	
9 - 10	2	0.02	2	0.00
10 - 20	1	0.01	1	
$\Sigma$	107	1.00	107	$\chi^2 = 2.25$

En este caso, se acumularon por un lado las dos primeras clases, y por el otro las tres últimas.

Como  $\chi^2 = 2.25 < \chi^2_{(a,df,s)} = 11.07$  ( $v=k-1-m$ , con  $k=8$  y  $m=2$ ), entonces no se puede rechazar  $H_0$ . Por lo tanto, se puede decir que TR se distribuye como una Normal con media=4.87 días y varianza=4.92.

§ La distribución del tiempo de duración de fallas de corriente (TF) en semanas, se muestra a continuación:

MIN. DE FALTA DE CORRIENTE INTERVALO	DE x	FAL.DE CORRIENTE CON DURACION DE x MIN.	FRECUENCIA RELATIVA
1 - 10	5.5	3	0.18
10 - 20	15.0	6	0.35
20 - 30	25.0	5	0.29
30 - 40	35.0	1	0.06
40 - 50	45.0	1	0.06
50 - 60	55.0	1	0.06
$\Sigma$		17	1.00

Como la frecuencia observada es menor a cinco en la mayoría de las clases, no se puede usar la prueba  $\chi^2$ , así que se optó por la prueba Kolmogorov Smirnov, cuyo estadístico de prueba es el mayor  $|D|$ =frecuencia observada acumulada menos frecuencia esperada acumulada ( $|D|=f_{oA} - f_{eA}$ ). Aquí también fue necesario hacer estandarización para encontrar

las frecuencias relativas teóricas de los puntos extremos de los intervalos, cuya diferencia es la frecuencia esperada.

INTERVALO (i - j)	$f_{oA}$ acum.	FREC.REL.ESP. $F(j)-F(i)$	$f_{eA}$ acum.	D
1 - 10	0.18	0.14	0.14	0.04
10 - 20	0.53	0.27	0.41	0.12*
20 - 30	0.82	0.29	0.70	0.12*
30 - 40	0.88	0.19	0.89	0.01
40 - 50	0.94	0.08	0.97	0.03
50 - 60	1.00	0.03	1.00	0.00

Como  $|D|$  máxima es  $0.12 < D_{(0.05)} = 0.318$ , entonces no se rechaza la hipótesis  $H_0$ . Por lo tanto, se puede decir que TF se distribuye como una Normal con media=21.56 min.

\* La distribución del tiempo de impresión/alumno por sesión (TI) en minutos, y el cálculo de  $|D|$  crítica se muestra a continuación:

MIN. DE IMPRESION CORRIENTE		FREC.	OBSERVADA RELATIVA
INTERVALO	x	SIMPLE	ACUMULADA
1 - 3	2.0	0.16	0.16
3 - 6	4.5	0.33	0.49
6 - 9	7.5	0.25	0.74
9 - 12	10.5	0.20	0.94
12 - 15	13.5	0.05	0.99
15 - 18	16.5	0.01	1.00

También en este caso se estandarizó para encontrar las frecuencias relativas teóricas.

INTERVALO (i - j)	$f_{oA}$ acum.	FREC.REL.ESP. $F(j)-F(i)$	$f_{eA}$ acum.	D
1 - 3	0.16	0.11	0.11	0.05
3 - 6	0.49	0.29	0.40	0.09*
6 - 9	0.74	0.33	0.73	0.01
9 - 12	0.94	0.20	0.93	0.01
12 - 15	0.99	0.05	0.98	0.01
15 - 18	1.00	0.02	1.00	0.00

Como  $|D|$  máxima es  $0.09 < D_{(0.05)} = 0.188$  con  $n \leq 50$ , entonces no se rechaza la hipótesis  $H_0$ . Por lo tanto, se puede decir que  $T_1$  se distribuye como una Normal con media=6.62 min.

Con respecto al subsistema de líneas de espera, éste se puede denotar como: M/G/NI/NA/FIFO, puesto que el patrón de llegadas es Exponencial (M); el patrón de servicio es Normal (G); hay NI servidores en paralelo; la capacidad del sistema es NA; y la disciplina de cada cola es FIFO (el primero que entra es el primero que sale).

Con estos datos se determinan las condiciones de partida para hacer la traducción del "modelo".

#### 4.3.3 Traducción del Modelo

Para llevar a cabo la traducción del modelo, se debe seleccionar el lenguaje de programación con el cual se hará la simulación. Este lenguaje puede ser de propósito general como: Pascal, Basic, Fortran, C, etc.; o de propósito especial como: GPSS, DYNAMO, SIMULATE, etc. La ventaja principal de estos últimos es que requieren de menos tiempo de programación, sin embargo casi siempre, es a costa de una menor flexibilidad. Es por ello que se ha optado por usar algún lenguaje de propósito general.

Entre los lenguajes de propósito general, se ha seleccionado al lenguaje "C". Este lenguaje es de medio nivel, pero esto no quiere decir que sea menos poderoso o menos desarrollado que un lenguaje de alto nivel, sino al contrario, "C" combina elementos de los lenguajes de alto nivel con la funcionalidad del lenguaje ensamblador. Lo cual hace de éste un lenguaje versátil y con alto grado de transportabilidad.

Para la traducción del modelo se considera lo siguientes:

Sea un laboratorio de cómputo donde

- Hay NC computadoras y NI impresoras, con fallas que se distribuyen en forma Poisson con  $\lambda = 0.828$  y  $\lambda = 0.455$  por día, respectivamente.
- Hay NA alumnos cuyas faltas de asistencia se distribuyen en forma Poisson, con  $\lambda = 1.877$  por sesión.

El laboratorio funciona de las 8:00 am a las 14:00pm, de lunes a viernes. Cada sesión dura una hora. Los alumnos que conforman un grupo, deben estar listos al inicio de la sesión.

En un proceso normal, deben compartir una computadora a lo más dos alumnos; y debe haber a lo más seis computadoras por impresora. En otro caso, si falla una computadora, se asignan más alumnos a las restantes; si falla una impresora, se asignan más computadoras a las impresoras.

El tiempo de reparación del equipo (computadoras e impresoras) se distribuye en forma Normal, con media de 4.87 días y desviación estándar de 2.22 días.

La duración de las fallas de corriente se distribuye también en forma Normal, con media de 21.56 min. y desviación estándar de 13.55 min.

El tiempo de impresión se distribuye en forma Normal con media de 6.62 min. y desviación estándar de 3.4 min. Se asume que uno de cada tres alumnos imprime por sesión (este comportamiento se considera como una distribución Poisson), entonces  $\lambda = NA/3$ , lo que implica que el tiempo entre cada impresión se distribuye en forma exponencial con media  $1/\lambda = 3/NA$  y varianza  $1/\lambda^2 = 9/NA^2$  de sesión.

Lo anterior es la guía básica para la elaboración del programa que se muestra a en el Anexo "C".

#### 4.3.4 Planeación Táctica

La Planeación Táctica involucra cuestiones de eficiencia; de ahí que es necesario resaltar que el principal objetivo de hacer una simulación es obtener la mayor información posible sobre el comportamiento del sistema simulado, al menor costo. Dentro de este contexto, correr un experimento de simulación significa correr el modelo, observando y analizando los resultados que den respuesta a las preguntas planteadas sobre el sistema.

Debido a que el modelo que se está tratando es estocástico, la variabilidad es su característica principal; así que para obtener resultados exactos y precisos es indispensable hacer repeticiones de la corrida del mismo. Al incrementar el número de repeticiones, la exactitud de los resultados, promedio de las observaciones también aumenta, es

decir, los promedios muestrales tienden (convergen) a los valores reales, cuando el tamaño de la muestra crece. A esto se le denomina "convergencia estocástica".

Resulta ser un proceso ineficiente, el aumentar indiscriminadamente el tamaño de la muestra, debido a que el error del promedio (error estándar) es inversamente proporcional a la raíz cuarta del número de observaciones ( $1/\sqrt{n}$ ), esto es, se requiere de una gran cantidad de observaciones para obtener un error estándar "adecuadamente bajo".

Ahora bien, en este caso específico se presentan varios resultados de importancia (Número de alumnos/computadora/sesión, Tiempo de uso/impresora/sesión y Tiempo de acceso/alumno al laboratorio/semana), por lo cual se debe determinar el número de repeticiones ( $n$ ) en base a la respuesta con la mayor variabilidad. Una corrida piloto ( $n=8$  semanas) dió como resultado que la mayor variabilidad se observaba en la respuesta: Tiempo de uso/impresora/sesión, así que ésta se tomará en cuenta para determinar el tamaño de la muestra.

Desafortunadamente, en la simulación de sistemas estocásticos, existen condiciones transitorias que provocan sesgo inicial, y éstas no son típicas del estado estable (condiciones de equilibrio) del sistema.

Dentro de los procedimientos para reducir los efectos del periodo transitorio y minimizar el sesgo causado en la información, se pueden enumerar los siguientes:

- 1.- Hacer corridas largas, de tal manera que los datos del periodo transitorio resulten ser relativamente insignificantes en comparación con los datos del estado estable.
- 2.- Excluir alguna parte del periodo inicial de la corrida en consideración, para así considerar solamente los datos del estado estable.
- 3.- Seleccionar condiciones iniciales que sean características del estado estable, para así reducir el periodo transitorio.

Para la minimización de las condiciones iniciales en la muestra, de éstos procedimientos, se optó por el segundo, ya que el primero requiere

de corridas muy rápidas y de gran cantidad de tiempo de máquinas; y en el tercero puede ser sesgado el resultado, al introducir datos preconcebidos.

En el segundo procedimiento, se debe decidir cuándo se ha conseguido el equilibrio y cuánto se debe descartar. Esta decisión se basa en el examen de varias corridas, para hacer el descarte del periodo que se considera transitorio. Una de las formas para encontrar el estado de equilibrio está dada por Gordon, G., quien propone graficar el logaritmo de la varianza de la media muestral, contra el tamaño de la muestra. Si el sesgo inicial no se presenta, los datos muestran estacionaridad (aproximadamente en línea horizontal).

Tomando en cuenta la respuesta de interés Tiempo de uso/impresora/sesión, que tiene la mayor variabilidad, y con los datos proporcionados por la prueba piloto, se aplicó el procedimiento de Gordon, G. para delimitar el estado estable, cuyo resultados se muestran en la Gráfica 4.3 .

Como se puede observar en la gráfica, ésta presenta un comportamiento aproximadamente lineal a partir de  $n=4$ , por lo que se considera que el estado estable se inicia en la cuarta semana; ahora entonces el tamaño de la muestra se puede calcular como sigue:

$$n = \frac{t^2 S^2}{d^2}$$

donde  $t$  = Valor de  $t$  en Tablas, para el nivel de confianza deseado y los grados de libertad de la muestra inicial (se usa el estadístico  $t$  por que se desconoce la varianza verdadera).

$S^2$  = Varianza estimada en la muestra o corrida piloto.

$d$  = La mitad de la anchura del intervalo de confianza deseado (error tolerado).

De aquí que:

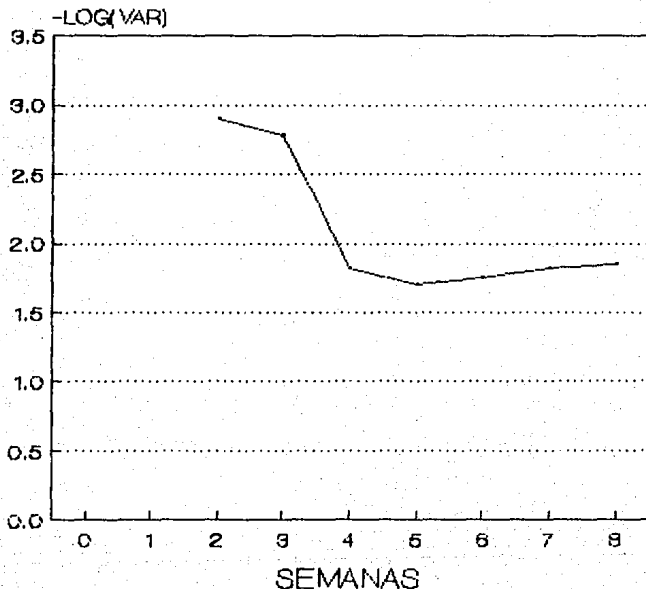
$$t_{(1.9)} = 1.9, \quad S^2 = 0.0139, \quad d = 0.083 \text{ (5 minutos).}$$

Sustituyendo valores en la fórmula, se tiene

$$n = (1.9)^2 (0.0139)/(0.083)^2 = 7.272 \approx 8.$$



# VARIACION DE "TUI" Muestra Piloto



Grafica 4.3

Como se sospecha que existe autocorrelación de un período de retraso ( $x_k, x_{k-1}$ ), entonces se calcula ésta tomando en consideración el estado estable indicado con anterioridad.

$$\rho_{1,x} = \frac{\sum_{k=1}^{n-1} ((x_k - \bar{x})(x_{k+1} - \bar{x}))}{S_x^2 (n-1)} = \frac{0.009}{3.710} = 0.017$$

Puesto que  $\rho_{1,x}$  es muy pequeño (aproximadamente cero), entonces se considera que no existe autocorrelación en los datos.

Por lo tanto se tomarán en cuenta ocho semanas (a partir de la cuarta) para obtener los valores estimados que se requieren, los cuales se presentan a continuación.

**RESULTADOS POR SESION DE LA SEMANA 4**

PROMEDIO DE ALUMNOS POR COMPUTADORA	2.24
PROMEDIO DE ALUMNOS POR IMPRESORA	24.01
PROMEDIO DE COMPUTADORAS POR IMPRESORA	11.00
TIEMPO PROMEDIO DE USO POR IMPRESORA (en hrs.)	0.59
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE ALCANZAN A IMPRIMIR	9.47
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE NO ALCANZAN A IMPRIMIR	3.53
TIEMPO TOTAL DE ACCESO DE LOS ALUMNOS AL LABORATORIO	2.96
NUMERO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE	1
TIEMPO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE (en hrs.)	0.43

**RESULTADOS POR SESION DE LA SEMANA 5**

PROMEDIO DE ALUMNOS POR COMPUTADORA	2.08
PROMEDIO DE ALUMNOS POR IMPRESORA	24.91
PROMEDIO DE COMPUTADORAS POR IMPRESORA	11.92
TIEMPO PROMEDIO DE USO POR IMPRESORA (en hrs.)	0.58
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE ALCANZAN A IMPRIMIR	8.30
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE NO ALCANZAN A IMPRIMIR	4.80
TIEMPO TOTAL DE ACCESO DE LOS ALUMNOS AL LABORATORIO	2.91
NUMERO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE	2
TIEMPO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE (en hrs.)	0.86

**RESULTADOS POR SESION DE LA SEMANA 6**

PROMEDIO DE ALUMNOS POR COMPUTADORA	1.93
PROMEDIO DE ALUMNOS POR IMPRESORA	22.45
PROMEDIO DE COMPUTADORAS POR IMPRESORA	11.68
TIEMPO PROMEDIO DE USO POR IMPRESORA (en hrs.)	0.56
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE ALCANZAN A IMPRIMIR	9.17
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE NO ALCANZAN A IMPRIMIR	3.63
TIEMPO TOTAL DE ACCESO DE LOS ALUMNOS AL LABORATORIO	2.88
NUMERO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE	2
TIEMPO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE (en hrs.)	1.17

**RESULTADOS POR SESION DE LA SEMANA 7**

PROMEDIO DE ALUMNOS POR COMPUTADORA	2.20
PROMEDIO DE ALUMNOS POR IMPRESORA	10.17
PROMEDIO DE COMPUTADORAS POR IMPRESORA	4.74
TIEMPO PROMEDIO DE USO POR IMPRESORA (en hrs.)	0.34
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE ALCANZAN A IMPRIMIR	11.27
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE NO ALCANZAN A IMPRIMIR	2.37
TIEMPO TOTAL DE ACCESO DE LOS ALUMNOS AL LABORATORIO	3.00
NUMERO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE	0
TIEMPO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE (en hrs.)	0.00

**RESULTADOS POR SESION DE LA SEMANA 8**

PROMEDIO DE ALUMNOS POR COMPUTADORA	3.13
PROMEDIO DE ALUMNOS POR IMPRESORA	12.40
PROMEDIO DE COMPUTADORAS POR IMPRESORA	4.24
TIEMPO PROMEDIO DE USO POR IMPRESORA (en hrs.)	0.37
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE ALCANZAN A IMPRIMIR	9.70
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE NO ALCANZAN A IMPRIMIR	3.03
TIEMPO TOTAL DE ACCESO DE LOS ALUMNOS AL LABORATORIO	2.80
NUMERO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE	4
TIEMPO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE (en hrs.)	2.00

**RESULTADOS POR SESION DE LA SEMANA 9**

PROMEDIO DE ALUMNOS POR COMPUTADORA	2.33
PROMEDIO DE ALUMNOS POR IMPRESORA	29.68
PROMEDIO DE COMPUTADORAS POR IMPRESORA	12.88
TIEMPO PROMEDIO DE USO POR IMPRESORA (en hrs.)	0.71
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE ALCANZAN A IMPRIMIR	8.77
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE NO ALCANZAN A IMPRIMIR	5.20
TIEMPO TOTAL DE ACCESO DE LOS ALUMNOS AL LABORATORIO	2.93
NUMERO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE	1
TIEMPO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE (en hrs.)	0.72

**RESULTADOS POR SESION DE LA SEMANA 10**

PROMEDIO DE ALUMNOS POR COMPUTADORA	2.35
PROMEDIO DE ALUMNOS POR IMPRESORA	29.15
PROMEDIO DE COMPUTADORAS POR IMPRESORA	12.42
TIEMPO PROMEDIO DE USO POR IMPRESORA (en hrs.)	0.62
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE ALCANZAN A IMPRIMIR	6.07
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE NO ALCANZAN A IMPRIMIR	4.73
TIEMPO TOTAL DE ACCESO DE LOS ALUMNOS AL LABORATORIO	2.99
NUMERO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE	1
TIEMPO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE (en hrs.)	0.07

**RESULTADOS POR SESION DE LA SEMANA 11**

PROMEDIO DE ALUMNOS POR COMPUTADORA	2.30
PROMEDIO DE ALUMNOS POR IMPRESORA	23.65
PROMEDIO DE COMPUTADORAS POR IMPRESORA	10.33
TIEMPO PROMEDIO DE USO POR IMPRESORA (en hrs.)	0.54
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE ALCANZAN A IMPRIMIR	5.80
PROMEDIO DE ALUMNOS QUE NO ALCANZAN A IMPRIMIR	3.93
TIEMPO TOTAL DE ACCESO DE LOS ALUMNOS AL LABORATORIO	3.00
NUMERO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE	0
TIEMPO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE (en hrs.)	0.00

#### 4.3.5 Validación y Análisis

El proceso de la simulación consiste en generar un modelo que se comporte de la misma manera que el sistema real. Validar un modelo es desarrollar un nivel de confianza aceptable, con el cual se infiera el comportamiento del mundo real, en forma correcta y aplicable, es decir, validar es demostrar que el modelo es veraz.

La validación es el problema de más difícil solución de todos los aspectos que se refieren a las técnicas de simulación. A pesar de lo que esto implica, en este caso específico se procede a hacer la validación de la siguiente manera:

- 1º Se obtienen dos muestras aleatorias independientes; una del modelo ( $n = 8$ ) y otra del sistema real ( $n = 17$ ).
- 2º Se emplea una prueba de dos muestras, que determine estadísticamente si las dos muestras representan o no a la misma población.

Si existen muchas respuestas de interés, el problema puede ser tratado como muchos experimentos de una sola respuesta.

Dentro de las "medidas y técnicas" apropiadas para probar la "bondad de ajuste", se encuentra la del promedio (media) de los valores de las variables, misma que se utilizará en este caso.

En este problema, como se dijo anteriormente, se tienen tres variables de interés (NAC, TUI y TAL); por ende se divide en tres subproblemas, cada uno con una sola variable de interés.

Usando un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , se pretende determinar si existe diferencia significativa entre las medias de la muestra del sistema real y del sistema simulado:

NAC

Sistema	$n_1 = 17$	$\bar{x}_1 = 2.55$	$S_1^2 = 0.0841$
Modelo	$n_2 = 8$	$\bar{x}_2 = 2.32$	$S_2^2 = 0.1269$

Se prueba si las varianzas son iguales,

H<sub>0</sub>:  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$   
 H<sub>a</sub>:  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

$$F_{cal} = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2} = \frac{0.1269}{0.0841} = 1.509$$

Como  $F_{(16,7)} = 2.66 > F_{cal} = 1.509$ , entonces no existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$ , por lo cual se utiliza la prueba estadística  $t$  para demostrar la igualdad entre las medias.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$

$$t_{cal} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\right)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = 1.645$$

$$t_{crit} = t_{(n_1+n_2-2)} = t_{13} = 2.07$$

Como  $t_{cal} = 1.645 < t_{crit} = 2.07$ , entonces no existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$ ; por lo tanto se considera que ambas muestras representan a la misma población, lo cual significa que el modelo es válido para la variable NAC.

TUI

Sistema	$n_1 = 17$	$\bar{x}_1 = 0.52$	$S_1^2 = 0.0210$
Modelo	$n_2 = 8$	$\bar{x}_2 = 0.539$	$S_2^2 = 0.0155$

Se prueba si las varianzas son iguales,

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_a: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

$$F_{cal} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = \frac{0.0210}{0.0155} = 1.355$$

Como  $F_{(16,7)} = 2.66 > F_{cal} = 1.355$ , entonces no existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$ , por lo cual se utiliza la prueba estadística  $t$  para demostrar la igualdad entre las medias.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$

$$t_{cal} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\right)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = 0.306$$

$$t_{crit} = t_{(n_1+n_2-2)} = t_{13} = 2.07$$

Como  $t_{cal} = 0.306 < t_{crit} = 2.07$ , entonces no existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$ ; por lo tanto se considera que ambas muestras representan a la misma población, lo cual significa que el modelo es válido para la variable TUI.

TAL	Sistema	$n_1 = 17$	$\bar{x}_1 = 2.965$	$S_1^2 = 0.0016$
	Modelo	$n_2 = 8$	$\bar{x}_2 = 2.934$	$S_2^2 = 0.0049$

Se prueba si las varianzas son iguales,

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_a: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$F_{cal} = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2} = \frac{0.0049}{0.0016} = 3.063$$

Como  $F_{(16,7)} = 2.66 < F_{cal} = 3.063$ , entonces existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$ , por lo cual se utiliza la prueba estadística  $t$  aumentada para demostrar la igualdad entre las medias.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

$$t_{cal} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1-1} + \frac{S_2^2}{n_2-1}}} = 1.096$$

$$w_1 = \frac{S_1^2}{n_1} = 0.00009,$$

$$w_2 = \frac{S_2^2}{n_2} = 0.00061$$

$$t_{1(w_1)} = 2.12,$$

$$t_{1(w_2)} = 2.36$$

$$t_{crit} = \frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2} = 2.329$$

Como  $t_{cal} = 1.096 < t_{crit} = 2.329$ , entonces no existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$ ; por lo tanto se considera que ambas muestras representan a la misma población, lo cual significa que el modelo es válido para la variable TAL.

Por lo tanto, se puede decir con una confianza del 95% que el modelo es válido.

Para llevar a cabo el análisis, se obtienen la media y la varianza de cada una de las variables, de la muestra del modelo (8 semanas), las cuales se presentan en la Tabla 4.3. Estos resultados se obtuvieron con los siguientes datos: 20 computadoras, 4 impresoras, 40 alumnos/grupo y 10 grupos.



A partir de los resultados de la simulación y con una confianza del 95%, se puede inferir que el sistema se comporta de la siguiente manera:

- Promedio de alumnos/computadora/sesión  
El número de alumnos que comparten una computadora en una sesión, se encuentra en el rango de 2.02 a 2.61, esto significa que por lo general de 2 a 3 alumnos comparten una computadora, siendo el término medio/sesión 2.32. Con los datos iniciales se diría que sólo 2 alumnos compartirían una computadora, pero el incremento se debe a las descomposturas de las mismas.
- Promedio de alumnos/impresora/sesión  
El número de alumnos que comparten una impresora en una sesión varía desde 15.81 hasta 28.29; este intervalo es considerablemente mayor a lo que se supondría (10 alumnos) si no hubiese descomposturas de las impresoras. Estas descomposturas se deben principalmente al continuo uso al que son sometidas.
- Promedio de computadoras/impresora/sesión  
El número de computadoras que son asignadas a cada impresora se presenta en un rango de 7 a 13, con lo cual se obtiene una media de 10, que está por encima de la cantidad asignada inicialmente (5 computadoras); esto se debe también a las descomposturas de las impresoras.
- Tiempo promedio de uso/impresora/sesión  
El tiempo que se utiliza una impresora en una sesión se observa en un intervalo de 0.43 a 0.65 hrs. (26 a 39 min.). Esto quiere decir que las impresoras son usadas aproximadamente 30 min. en cada sesión.
- Prom. de alumnos que alcanzan a imprimir/sesión  
De la suposición de que sólo una tercera parte de los alumnos desean imprimir (aproximadamente 13), se tiene que sólo de 7 a 10 van a alcanzar a hacerlo.
- Prom. de alumnos que no alcanzan a imp./sesión  
A raíz del resultado anterior, el número de alumnos que no logran imprimir en una sesión varía de 3 a 5. Esto se debe a que se procede a imprimir en forma discontinua y el tiempo de impresión se limita al tiempo que dura la sesión, aunque también repercute en ello la falta de impresoras.

- Tiempo promedio de acceso/alumno al lab./semana  
El número de hrs./semana que los alumnos asisten al laboratorio está entre 2.87 y 3. Según los datos iniciales este resultado sería siempre 3, sin embargo esta disminución del tiempo se da por la faltas de corriente, que provocan un paro total del laboratorio.
- Número de fallas de corriente/semana  
Por lo general se observa que existe una falla de corriente a la semana.
- Tiempo promedio de fallas de corriente/semana  
El tiempo promedio/semana que el laboratorio deja de funcionar por falta de corriente es de 0.656 hrs. (aproximadamente 39 min.).

En este análisis se puede observar que existen problemas causados por el número de impresoras (4), por lo que se hará otra corrida aumentando el número de las mismas (a 6), con el fin de predecir el comportamiento del sistema en tales circunstancias. Los resultados de esta corrida se muestran en la Tabla 4.4, donde se pueden apreciar los efectos originados al aumentar el número de impresoras:

- 1.- Disminuye el prom. de alumnos/impresora/sesión, de 22 a 10.
- 2.- Disminuye el prom. de computadoras/impresoras/sesión, de 10 a 4.
- 3.- Disminuye el tiempo de uso/impresora/sesión hasta llegar al intervalo de 0.22 a 0.43 Hrs. ( 13 a 26 min.).
- 4.- Disminuye el número de alumnos que no alcancen imprimir/sesión hasta llegar al intervalo de 2 a 3.
- 5.- Se incrementa el número de alumnos que alcanzan a imprimir/sesión hasta el intervalo de 10 a 11

Estos efectos son producto de un proceso lógico, dado que al aumentar el número de impresoras todos los indicadores disminuyen, excepto el efecto 5; puesto que al haber incrementado las impresoras, más alumnos tendrán la oportunidad de imprimir.

Así como se cambió el número de impresoras, se puede hacer variar cualquier dato (dependiendo de las necesidades particulares de cada plantel) para

**TABLA 4.3 ESTIMACIONES DEL MODELO (4 IMPRESORAS)**

	MEDIA	VARIANZA
PROM. DE ALUMNOS POR COMPUTADORA/SESION	2.320	.1269
PROM. DE ALUMNOS POR IMPRESORA/SESION	22.053	51.0893
PROM. DE COMPUTADORAS/IMPRESORA/SESION	9.901	11.7908
TIEMPO PROM. DE USO POR IMPRESORA/SESION	.539	.0155
PROM. DE ALUM. QUE ALCANZAN A IMPRIMIR/SESION	8.569	3.3961
PROM. DE ALUM. QUE NO ALCANZAN A IMP./SESION	3.903	.9282
TIEMPO PROM. DE ACEBO/ALUMNO AL LAB./SEMANA	2.934	.0049
NUMERO DE FALLAS DE CORRIENTE/SEMANA	1.375	1.6964
TIEMPO PROM. DE FALLAS CORRIENTE/SEM.(en hrs)	.656	.4816

**TABLA 4.4 ESTIMACIONES DEL MODELO (6 IMPRESORAS)**

	MEDIA	VARIANZA
PROM. DE ALUMNOS POR COMPUTADORA/SESION	2.320	.1269
PROM. DE ALUMNOS POR IMPRESORA/SESION	10.446	25.1058
PROM. DE COMPUTADORAS/IMPRESORA/SESION	4.440	3.2451
TIEMPO PROM. DE USO POR IMPRESORA/SESION	.321	.0145
PROM. DE ALUM. QUE ALCANZAN A IMPRIMIR/SESION	10.823	.2856
PROM. DE ALUM. QUE NO ALCANZAN A IMP./SESION	2.615	.2482
TIEMPO PROM. DE ACEBO/ALUMNO AL LAB./SEMANA	2.934	.0049
NUMERO DE FALLAS DE CORRIENTE/SEMANA	1.375	1.6964
TIEMPO PROM. DE FALLAS CORRIENTE/SEM.(en hrs)	.656	.4816

predecir el comportamiento del sistema en diferentes circunstancias, lo cual sólo se puede hacer mediante la simulación.

**CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS**

- 1.- Este "Proyecto" está basado principalmente, en la aplicación de diversas técnicas para llegar a establecer un Laboratorio de Cómputo, el cual satisfaga los requerimientos individuales de cada plantel, asimismo éste deberá tener un costo mínimo.
- 2.- La Computación Educativa es un proceso que se ha venido acrecentando en esta última década en los países desarrollados; en México, este proceso a pesar de que se encuentra en sus inicios es una realidad, aunque se puede decir que es casi exclusivo de los Planteles Educativos Privados.
- 3.- Parte importante de esta tesis fue la obtención de datos mediante la aplicación del Cuestionario a las escuelas seleccionadas, donde se pudo observar que existe gran interés por tener su propio Laboratorio de Cómputo, más sin embargo por lo general no cuentan con recursos económicos para ello.
- 4.- Para establecer un Laboratorio de Cómputo no es necesario que el equipo sea muy sofisticado o costoso, sino más bien uno que sea apropiado tanto a las necesidades de cada nivel, así como a las disponibilidades económicas de cada plantel.
- 5.- Para llevar a cabo la Implantación del Laboratorio es necesario seguir una serie de actividades, las cuales se deben realizar en un tiempo dado, aunque este tiempo dependerá básicamente de los recursos disponibles y principalmente de las expectativas particulares de cada plantel; y además la duración del Proyecto de Implantación estará sujeta a un plazo predeterminado por la escuela.
- 6.- Dentro de las técnicas aplicadas, la Simulación fue una de las más interesantes en este trabajo, ya que permite observar el comportamiento de un Laboratorio de Cómputo bajo diversas condiciones y circunstancias.
- 7.- A lo largo de este trabajo se hace patente que el profesista en Matemáticas Aplicadas y Computación, tiene en sus manos una gran diversidad de herramientas útiles para resolver problemas de muy variada índole.

A partir de lo anterior, se sugiere lo siguientes:

- 8.- En el plano políticos: Para poder estructurar esfuerzos concretos y eficaces por parte del Gobierno, con el fin de adaptar la educación al cambio tecnológico y elevar el nivel educativo, es necesario que se dé importancia a la

lucha contra el "analfabetismo de cómputo"; las iniciativas deberán partir de todas las instituciones educativas ya sean públicas o privadas, para fijar medidas destinadas a coordinar acciones y recursos.

- 9.- En el plano social: Se deben cambiar las actitudes y redoblar esfuerzos, centrando la mira en la necesidad de estructurar un sistema de servicio de cómputo educativo, que sea realmente accesible a los estratos sociales más bajos.
- 10.- En materia de formación: Se debe hacer hincapié en la organización y creación de grupos interdisciplinarios de profesionistas dispuestos a brindar apoyo en pro de la educación; empleando sus conocimientos y participando en la medida que sea posible en el desarrollo de este proceso.
- 11.- En materia de investigación: Los profesionistas del Área de Informática en conjunción con otros profesionistas y tomando como base el Plan Nacional de Educación, deben ser los encargados de crear el software educativo que el propio país requiere.

# ANEXO A

## ANEXO A

INTRODUCCION A LAS  
COMPUTADORAS

El desarrollo espectacular de la computadora, en términos de números, de potencia y capacidad, de la variedad de operaciones que realiza, constituyó una de las grandes sorpresas de nuestros días.

El éxito de la computadora se basa en su capacidad de almacenar y procesar cantidades muy bastas de información. La computadora puede agregar más datos a la información ya existente, la actualiza, la recupera y la trasmite de un continente a otro a través de satélites o de líneas telefónicas. La computadora puede efectuar cálculos, establecer comparaciones, simular hechos y controlar operaciones científicas e industriales que están ocurriendo en la realidad.

Todas esas funciones provienen de la facultad básica de la computadora que consiste en procesar y almacenar datos en forma de códigos numéricos. Al igual que sucedió con el teléfono, la televisión, el automóvil, y el avión, la computadora ha transformado al mundo, y en forma similar a muchos de estos inventos. La computadora está construida en base a una tecnología que surgió con gran celeridad, especialmente después de la Segunda Guerra Mundial. Los componentes de la computadora han evolucionado en rápida sucesión: los bulbos al vacío se transformaron en transistores y éstos en circuitos integrados.

La diferencia esencial entre una computadora y una máquina de calcular estriba en la capacidad de aprendizaje. A la computadora cabe enseñarle como llevar a cabo determinadas tareas, es decir, pueden ser programadas.

Sus capacidades actuales y su posible desarrollo no deben inducirnos a pensar en las computadoras como aparatos extremadamente complejos y reservados a los especialistas. Las computadoras pueden ser usadas por todo el mundo, especialmente las de tipo reducido (Computadoras Personales), que representan la evolución natural de máquinas de calcular.

La necesidad primordial en el mundo industrializado es la información. La computadora es el instrumento ideal para resolver los problemas de manejo y control de información. Su capacidad de memorización almacena grandes cantidades de información a la que el usuario tiene acceso, para seleccionar y extraer datos en un tiempo brevísimo.



### Tipos de Computadoras

Atendiendo a su configuración podemos distinguir tres tipos de computadoras:

#### 1) Computadoras Analógicas

Estas computadoras son llamadas así por la forma en que representan los datos, estableciendo analogías entre situaciones físicas y situaciones matemáticas. Estas operan con datos en forma de variaciones continuas de cantidades físicas, tales como: presión, temperatura, revoluciones, corriente, voltaje, etc. También tienen la ventaja de poder aceptar datos directamente de los instrumentos de medición sin necesidad de convertirlos en algún tipo de símbolos o códigos, lo que permite procesar la información a gran velocidad y efectuar un proceso continuo; no requieren dispositivos de almacenamiento. Este tipo de computadoras se utilizan para controlar dispositivos en refineries de petróleo, fábricas de papel, fundiciones de acero, instalaciones militares, etc.

#### 2) Computadoras Digitales

Admiten su programación por medio de lenguajes y manejan un alfabeto (Código binario: 0-1), mediante el cual a través de cadenas de ceros y unos, se puede representar cualquier carácter.

#### 3) Computadoras Híbridas

Participan de las características de las dos anteriores. La entrada de datos suele estar controlada por un convertidor analógico/digital, la información es procesada por una computadora digital y la salida es canalizada a través de un convertidor digital/analogico. Según la capacidad y potencia que presentan estas computadoras, podemos distinguir tres clases de éstas bien diferenciadas:

##### a) Main-Frame

Presentan una gran capacidad de almacenamiento y su potencia de cálculo es grande. La adopción de grandes computadoras obliga a realizar fuertes inversiones, tanto por lo caro que resultan los equipos como por las instalaciones auxiliares que necesitan: aire acondicionado, locales diáfanos y amplios, y el recurso humano dedicado a su explotación debe ser numeroso.

##### b) Minicomputadoras

Las minicomputadoras son un Sistema para el tratamiento de información (potencia, capacidad, precio) inferiores a las Main-Frame (computadoras grandes). Su estructura circuital se basa en la aplicación exhaustiva de componentes electrónicos de alta escala de integración.

- c) **Microcomputadoras y/o Computadoras Personales**  
 Pequeña computadora basada en el empleo de un micro procesador, es una máquina empleada por solo un usuario y de utilización muy sencilla. Los problemas que pueden resolver son los mismos que los de los otros tipos; las únicas diferencias son su menor velocidad y la cantidad limitada de datos que puede memorizar. Su bajo costo y sencillez de uso permiten su aplicación a un número de actividades cada vez mayor.

Un sistema completo de computadora está formado por los siguientes elementos:

- Hardware.**- Conjunto de elementos físicos que constituyen a la computadora.  
**Software.**- Se refiere a todos los programas que se pueden utilizar en un sistema de la computadora.

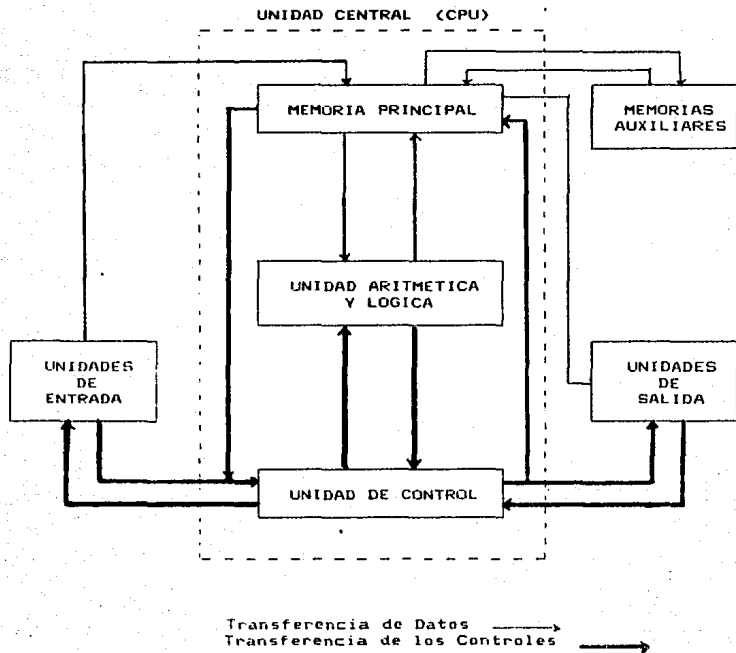
#### Componentes Básicos de una Computadora

Un sistema electrónico de procesamiento de datos realiza las siguientes funciones básicas:

- \* Los datos y las instrucciones registradas en un medio de entrada; por ejemplo en un disco magnético, los cuales son automáticamente convertidos a impulsos electrónicos. Las instrucciones y los datos se dirigen a la unidad de almacenamiento principal o memoria, en donde son almacenados, hasta que se necesiten.
- \* Las instrucciones son interpretadas en la unidad de control la cual dirige las diversas operaciones del proceso de datos a través de órdenes que da a todos los componentes del sistema.
- \* Los datos son transferidos de la memoria a la unidad aritmética lógica de la computadora, cuando deben ejecutarse operaciones aritméticas o de comparación, de acuerdo con las órdenes dadas por la unidad de control.
- \* Los datos procesados son transferidos a la unidad de memoria, en donde son almacenados, quedando disponibles para procesos futuros o bien para que sean transferidos a un dispositivo de salida nuevamente de acuerdo con las órdenes dadas por la unidad de control.
- \* Los datos emitidos desde la memoria, son registrados a través de un dispositivo de salida, por ejemplo en papel impreso, dando por terminado el proceso.

Todas estas funciones se muestran en la Gráfica A.1

## ESQUEMA DE UNA COMPUTADORA



Gráfica A.1

### Clasificación de Memorias

Las memorias en las computadoras pueden ser clasificadas en memorias internas y externas. La memoria interna o memoria residente es la zona de la unidad central destinada al almacenamiento de información; normalmente memoriza programas, más o menos complejos, para su ejecución inmediata.

Las microcomputadoras vienen de fábrica con un determinado volumen de memoria que, normalmente, se mide en K bytes (kilo bytes). La zona básica de la memoria principal o residente es el tipo denominado RAM, esto es, memoria de acceso aleatorio (RANDOM ACCESS MEMORY). La característica de acceso aleatorio indica que el cerebro de la máquina (el microprocesador) puede grabar (escribir) o extraer (leer) datos de la memoria sin tener que seguir ningún orden en particular. Otro tipo de memoria incluida en la unidad central es la que obedece al apelativo de ROM (READ ONLY MEMORY) o memoria de sólo lectura, en ella, el fabricante graba las instrucciones básicas que coordinan el funcionamiento de la microcomputadora.

Cuando es necesario almacenar una gran cantidad de información, programas o datos, se recurre a las llamadas memorias externas o auxiliares (Memorias de Masa), o lo que es lo mismo, a dispositivos de alta capacidad que memorizan indefinidamente toda la información que deseamos almacenar.

La computadora por si sola no puede hacer ningún trabajo, no es ningún cerebro, sólo es un elemento capaz de realizar la tarea que se le mande; para que pueda realizar ese trabajo es necesario que el hombre le dé instrucciones.

Debe entenderse por instrucciones al conjunto de reglas o normas dadas para la realización o empleo de algo o bien en términos de computación, una instrucción es la información que indica a una computadora una acción elemental a ejecutar.

A la serie de instrucciones perfectamente legales y ordenadas secuencialmente que indican a la computadora que funciones ha de realizar, se le conoce como programa.

La forma de expresión más afín a la máquina es la simbología binaria, por el contrario, la forma más afín al hombre es la de suministrar las instrucciones que describen el resultado sin detallar la forma de obtenerlo. Existen numerosas formas de traducción que permiten obtener una mediación adecuada. Estas formas de expresión se denominan lenguajes de programación.

Los lenguajes de programación se dividen en dos tipos fundamentales:

- a) Lenguajes de Alto Nivel.- Son aquellos lenguajes que se aproximan más al lenguaje del hombre.

- b) **Lenguajes de Bajo Nivel.**— Son aquellos lenguajes que se aproximan más al lenguaje entendible por la computadora.

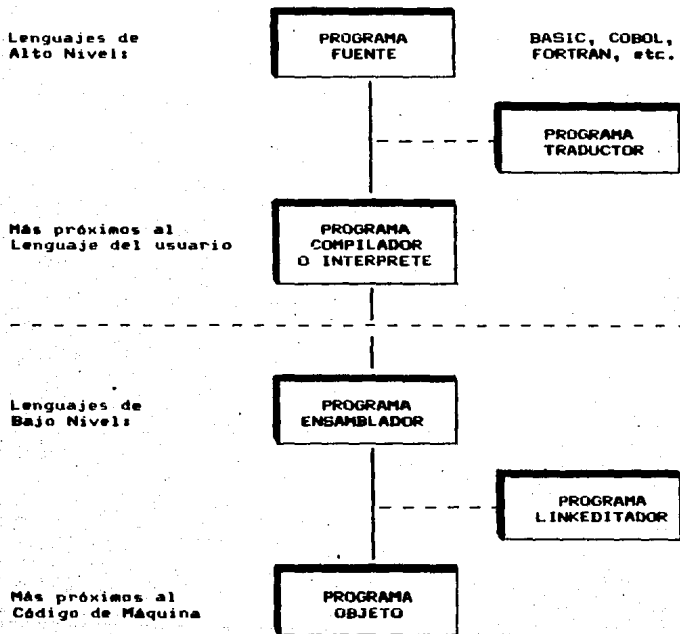
Se denomina programa fuente, al programa de usuario escrito en un lenguaje cualquiera; y programa objeto, al programa escrito en código de máquina. La traducción de un programa fuente a un programa objeto se lleva cabo mediante la ayuda de los siguientes programas:

1. **Compilador**  
Es el programa que convierte los programas en lenguaje de alto nivel a lenguaje de ensamble.
2. **Ensamblador**  
Es un programa que convierte los programas en lenguaje de ensamble, en programas objeto escritos en lenguaje de máquina.
3. **Intérprete**  
Es un programa que convierte una sola instrucción de un programa en lenguaje de alto nivel a una instrucción de lenguaje de ensamble, la diferencia con el programa compilador estriba en que cada instrucción del programa fuente es traducido en el momento de su ejecución, pudiendo efectuar las correcciones y pruebas inmediatamente, mientras que el compilador traduce completamente el programa fuente, en donde cada corrección implica una nueva compilación y por lo tanto, un tiempo de espera.

Entre los lenguajes de alto nivel más empleados encontramos: FORTRAN, COBOL, BASIC, PL/1, RPG, PASCAL, MARK IV.

4. **Traductor**  
Programa complejo que convierte instrucciones del programa fuente a programa fuente de otra naturaleza, por ejemplo de un programa en FORTRAN a un programa en PL/1.
5. **Linkeditador**  
Se le llama así al programa que enlaza varios programas en lenguaje de máquina en uno solo, para formar el programa objeto completo, dejándolo disponible para su ejecución.

La Gráfica A.2 muestra un esquema de los lenguajes de programación.

ESQUEMA DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACION

Gráfica A.2

# ANEXO B

# ANEXO B



# (SC)

## ESCUELAS CON SERVICIO DE COMPUTO

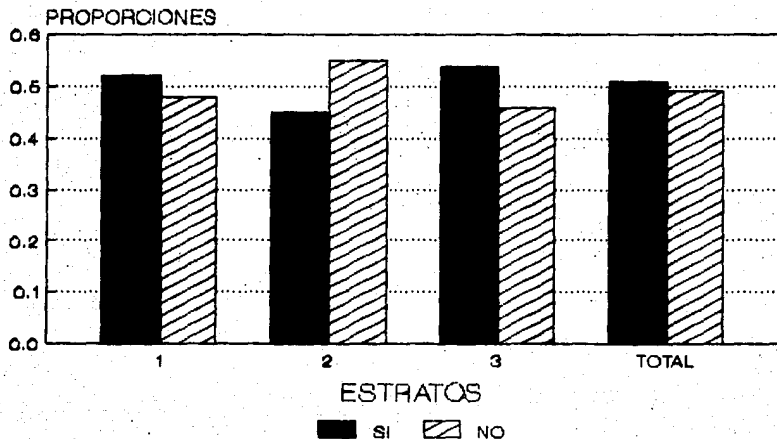
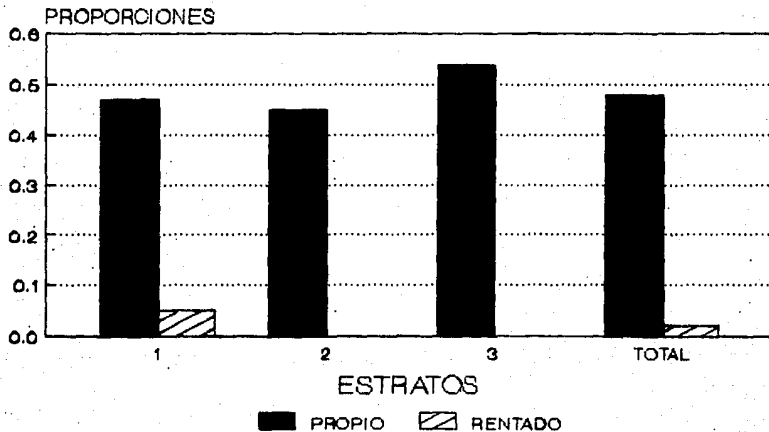


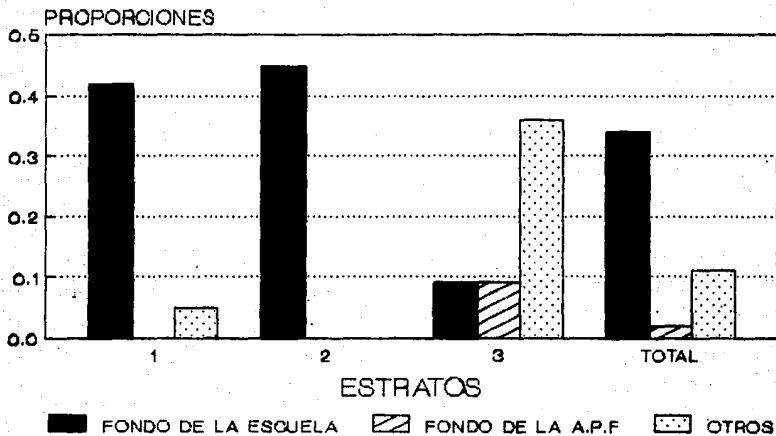
TABLA B.1

# (EQ) CARACTERISTICAS DEL EQUIPO



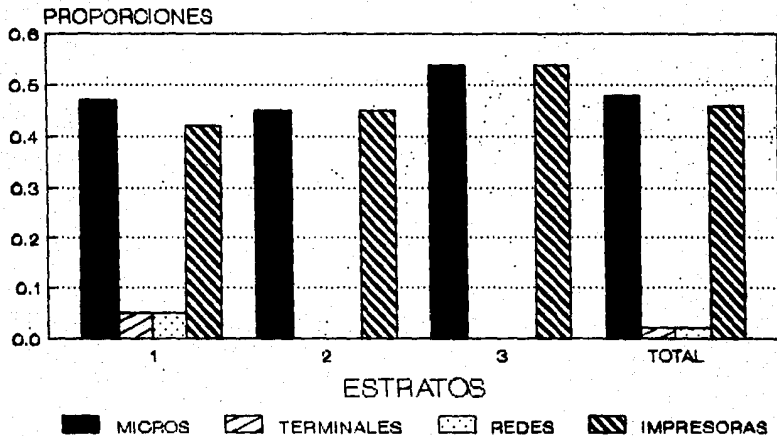
GRAFICA B.2

# (FF) FUENTES DE FINANCIAMIENTO



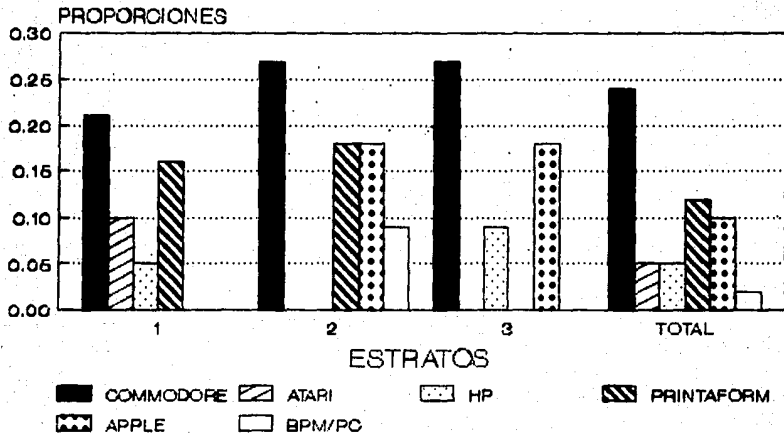
GRAFICA B.3

# (TE) TIPO DE EQUIPO



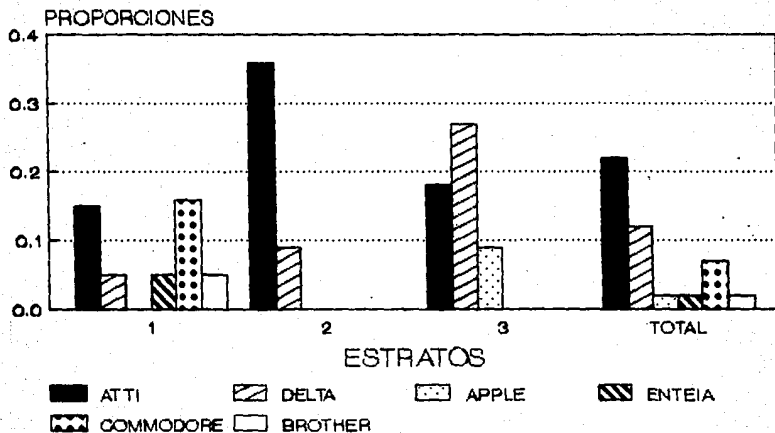
GRAFICA B.4

# (MM) MARCAS DE MICROS



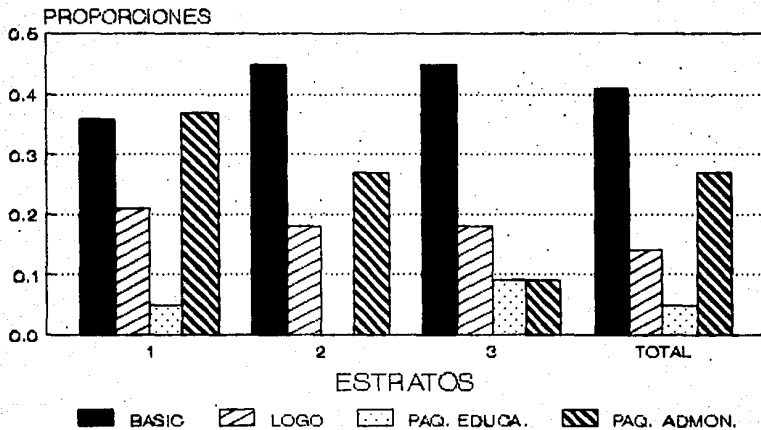
GRAFICA B.6

# (MI) MARCAS DE IMPRESORAS



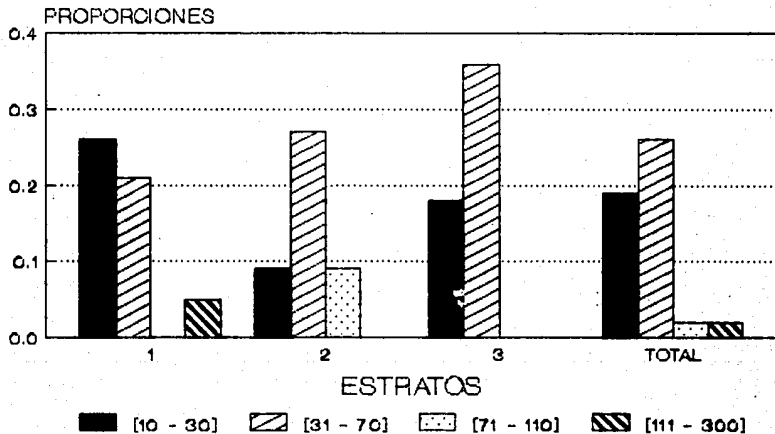
GRAFICA B.6

# (TS) TIPO DE SOFTWARE



GRAFICA B.7

# (ALC) AREA DEL LABORATORIO

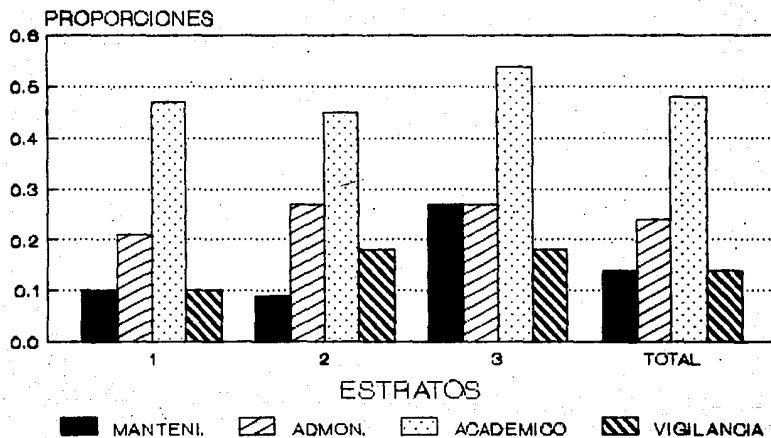


GRAFICA B.6



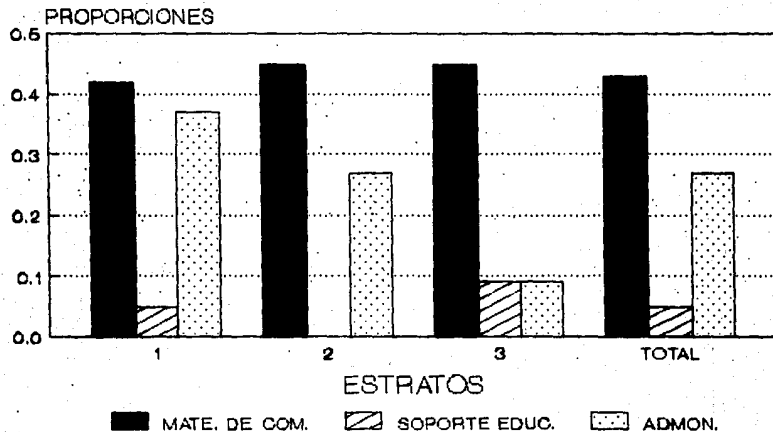
# (PLC)

## PERSONAL DEL LABORATORIO



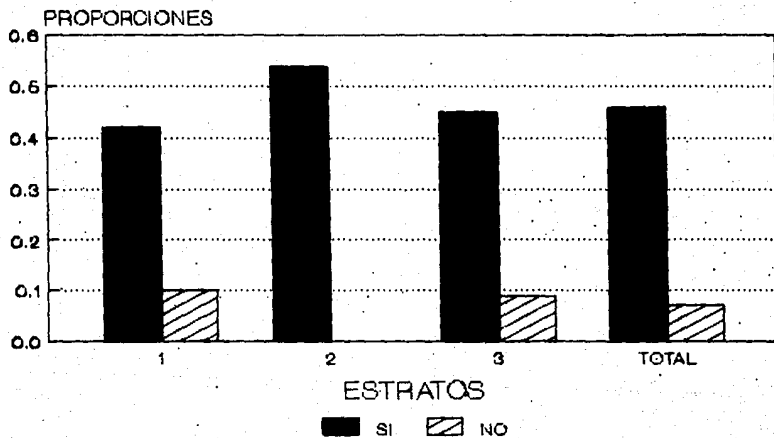
GRAFICA B.9

# (UC) USOS DE LA COMPUTADORA



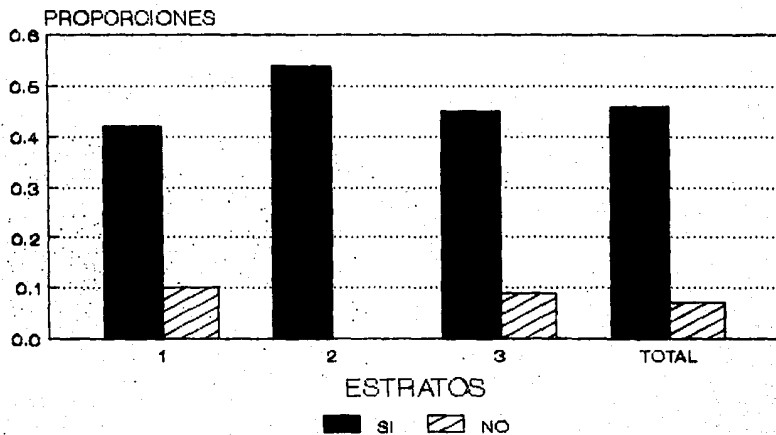
GRAFICA B.10

# (EQM) ESCUELAS QUE QUIEREN LA MATERIA



GRAFICA B.11

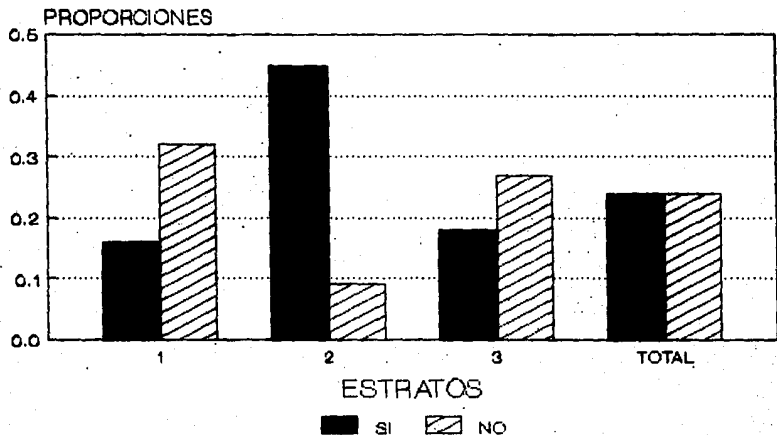
# (EQS) ESCUELAS QUE QUIEREN EL SOPORTE



GRÁFICA B.12

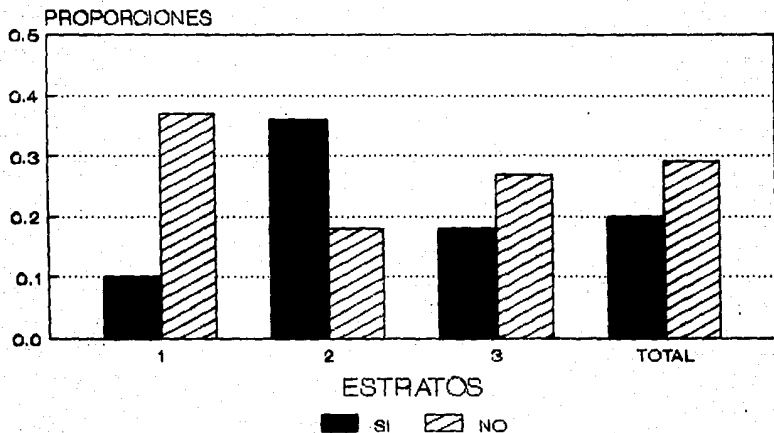
# (CRF)

## CUENTA CON RECURSOS FINANCIEROS



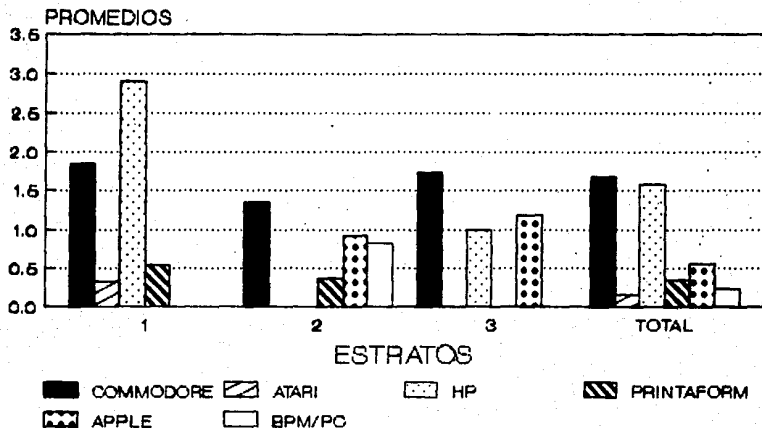
GRAFICA B.13

# (TAD) TIENE AREA DISPONIBLE



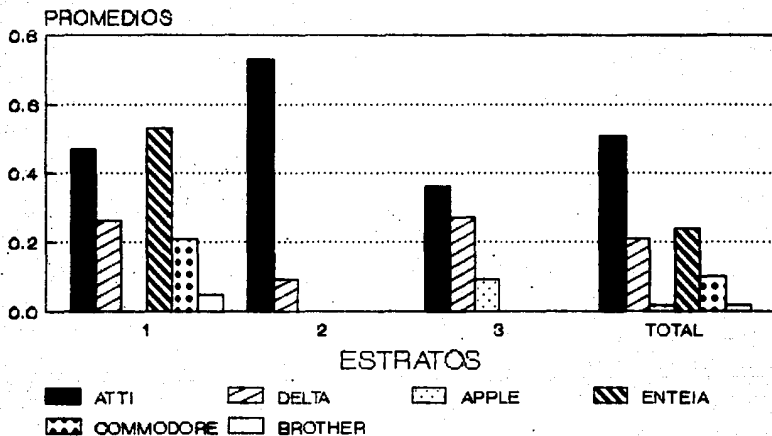
GRAFICA B.14

# (C) NUMERO DE COMPUTADORAS



GRAFICA B.15

# (I) NUMERO DE IMPRESORAS

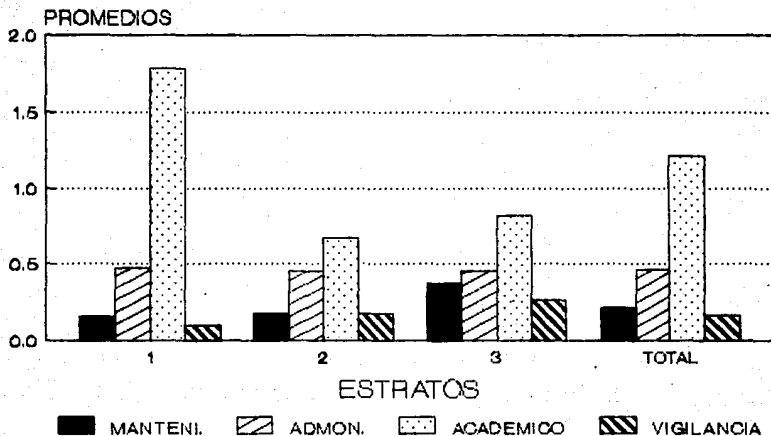


GRAFICA B.16



# (P)

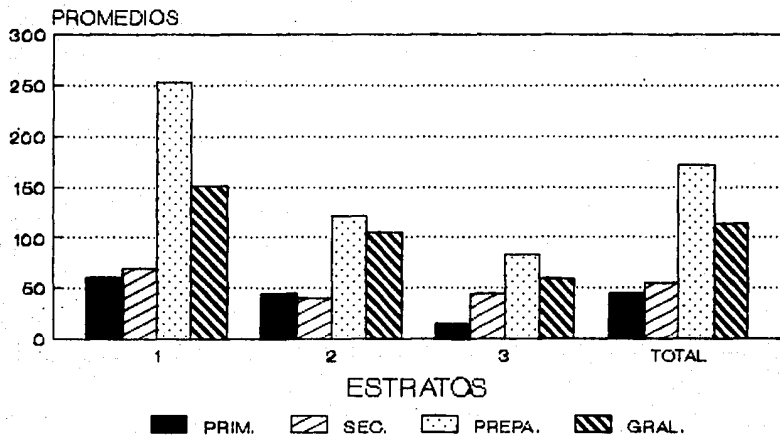
## NUM. DE PERSONAS DEL LABORATORIO



GRAFICA B.17

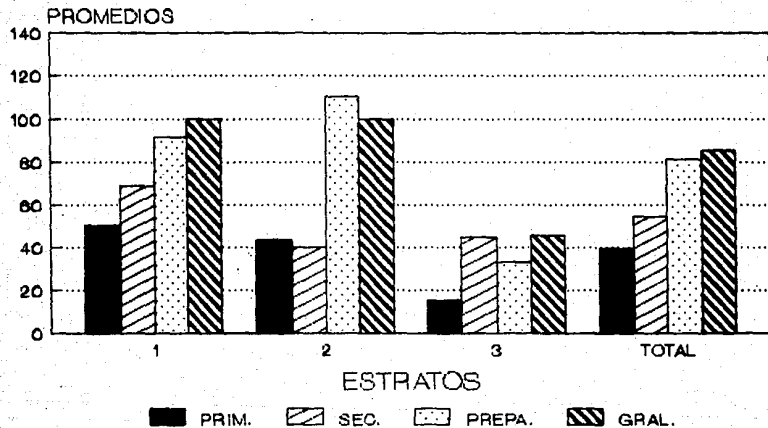
# (AG)

## LOS QUE PUEDEN TENER LA MATERIA



GRAFICA B.16

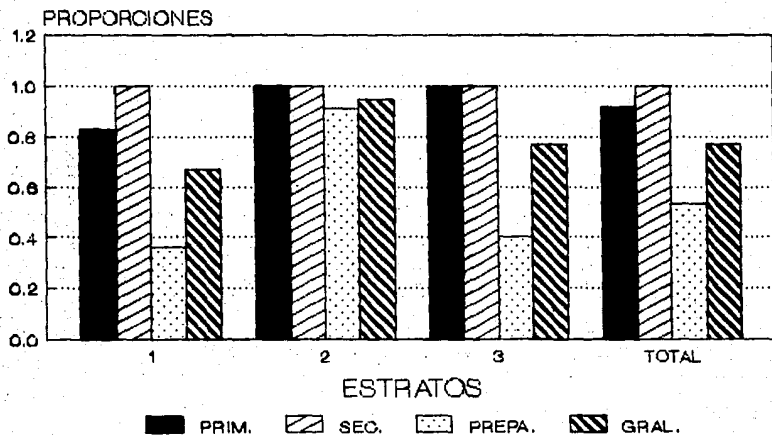
# (AM) LOS QUE CURSAN LA MATERIA



GRAFICA B.19

# (AM)/(AG)

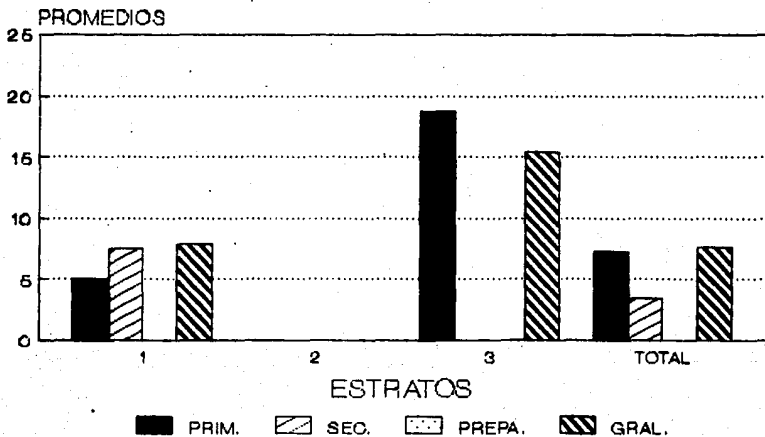
## A. QUE OPTAN POR LA MAT. DE COMP.



GRAFICA B.16'

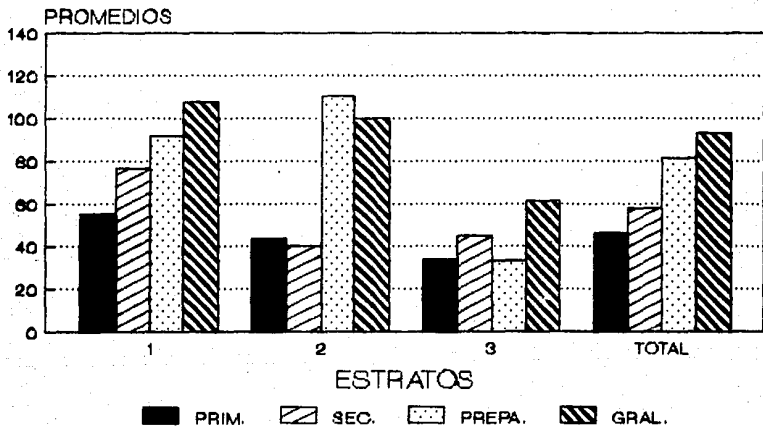
# (AS)

## ALUMNOS QUE TIENEN SOPORTE



GRAFICA B.20

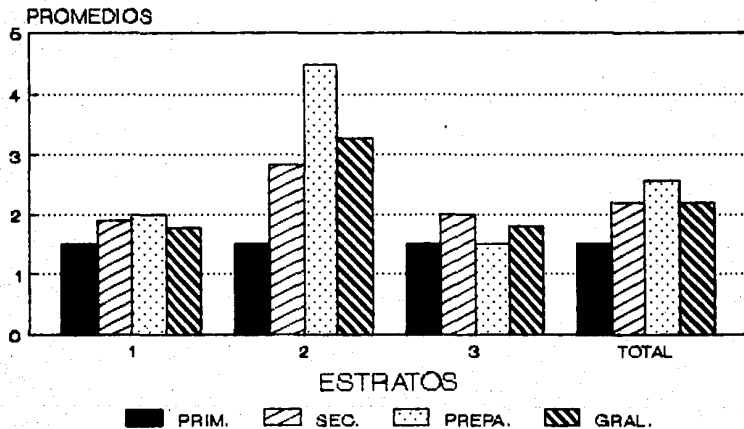
(A)  
**ALUMNOS QUE TIENEN EL SERVICIO**



GRAFICA B.21

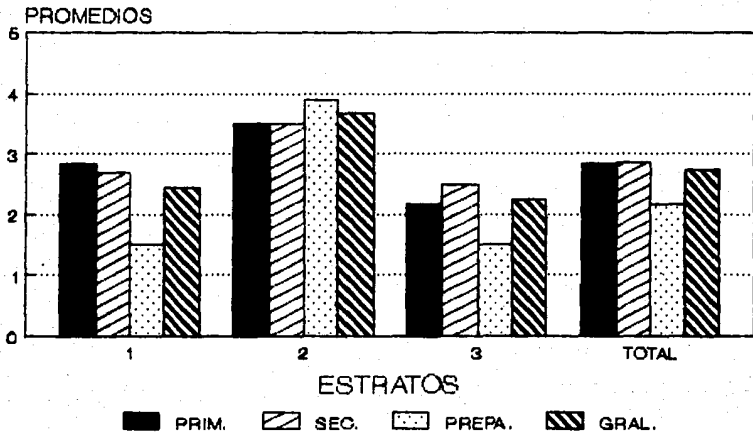
# (H)

## NUMERO DE HORAS/SEMANA



GRAFICA B.22

# (AC) ALUMNOS POR COMPUTADORA

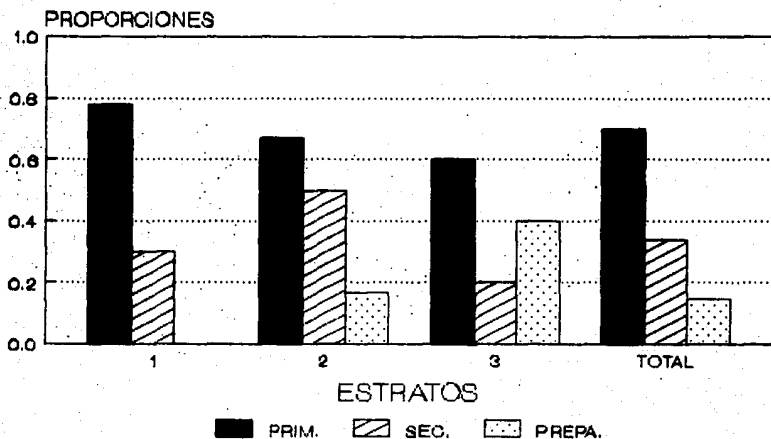


GRAFICA B.23



# (NSC)

## NIVELES QUE SE LES DARIA SERVICIO



GRAFICA B.24

# ANEXO C

```

#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
/* PROGRAMA QUE HACE LA SIMULACION DE UN LABORATORIO DE COMPUTO */
double floor();
float expo_a(), nor_b(), poi_4(),comp_1(),comp_11(),mini_c();
void oper_10(), oper_11(), oper_12(), delay(),exit();
/*      P R O G R A M A      P R I N C I P A L */
main()
{
    int fa,ncr=0,nir=0,fal=0,j,k,l,i,nani=0,nasi=0,ner,sal;
    int reloj=0,sesion=1,dia=1,sem=1,na,nc,ni,ng,ns,band,x11,band2;
    float mtr, dstr, lambda,tpf1=0,tec140,alf1,alfa2,tpf2=0,tei140;
    float alfa3, tpfc=0, mtf,dstf,alfad,mti=0.11,dsti=0.057,tpia,hs;
    float nac,nai,nci,tui,incr,nafa,ncncr,ninir,ng1,tc120;
    float stf=0,snac=0,ssnac,snai=0,ssnai,snai=0,ssnci,stu1=0,tu=0,si40,120;
    float stui,snani=0,ssnani,snasi=0,ssnasi,tal=0,ti,tpiaa=0,lc120,nal;
    double hrs=x,x1,x2,x3,ttf,aux;
    mtr=29.22,dstr=13.32,lambda=1.877;
    for(i=1; i<=20; i++)
    {
        lc12=0;
        tc12=0;
    }
    for(i=1; i<=40; i++)
        for(j=1; j<=20; j++)
            si12ij=0;
    srand(19);
    /*      C A P T U R A      D E      D A T O S      */
    clrscr();
    getch();
    printf("DAME EL NUMERO DE SEMANAS\n");
    scanf("%d",&ns);
    printf("DAME EL NUM. DE COMPUTADORAS E IMPRESORAS\n");
    scanf("%d, %d",&nc,&ni);
    printf("DAME EL NUM. DE ALUMNOS POR GRUPO Y EL NUM. DE GRUPOS\n");
    scanf("%d, %d",&na,&ng);
    printf("\n\n");
    clrscr();
    nal=na, ng1=ng;
    /*      A S I G N A C I O N      D E      P A R A M E T R O S      */
    alfa4=(3/nal);
    alfa1=7.248;
    tpf1=comp_1(alfa1,tpf1);
    tec1ncr+1=comp_11(tpf1,mtr, dstr);
    alfa2=13.188;
    tpf2=comp_1(alfa2,tpf2);
    tei1ni+1=comp_11(tpf2,mtr,dstr);
    alfa3=28.222;
    tpfc=comp_1(alfa3,tpfc);
    mtf=0.359, dstf=0.226;
    ttf=comp_11(tpfc,mtf,dstf);
    while(reloj>=0)
    {
        /*      I N C R E M E N T O      D E L      T I E M P O      */
        reloj=reloj+1;
        hrs=hrs+0.0166666667;
        if(reloj>=60)
        {
            reloj=0;
            sesion=sesion+1;
            if(sesion >6)

```

```

sesion=1;
dia=dia+1;
if(dia>5)
    dia=1;
    sem=sem+1;
    band=1;
}
}
/* FALLAS Y TIEMPOS DE ENTREGA DE COMPUTADORAS E IMPRESORAS */
if(tpf1<=hrs)
    ncr=ncr+1;
    if(ncr>nc)
        ncr=ncr-1;
    tpf1=comp_1(alfa1,tpf1);
    tecincr+1=comp_1(tpf1,mtr,dstr);
}
if(tpf2<=hrs)
    nir=nir+1;
    if(nir>ni)
        nir=nir-1;
    tpf2=comp_1(alfa2,tpf2);
    teinir+1=comp_1(tpf2,mtr,dstr);
}
while(ncr>0)
    k=mini_c(ncr,tec);
    if(tecik<hrs)
        ncr=ncr-1;
        for(j=k; j<=ncr+1; j++)
            tecij=tecij+1;
        }
    }
    else
        break;
}
while(nir>0)
    k=mini_c(nir,tei);
    if(teiik<hrs)
        nir=nir-1;
        for(j=k; j<=nir+1; j++)
            teij=teij+1;
        }
    }
    else
        break;
}
/* LINEAS DE ESPERA DE LOS ALUMNOS PARA IMPRIMIR */
ner=ni-nir;
if(ner!=0)
    if(tpiaa <= hrs)
        tpia=expo_a(alfad);
        tpiaa=tpiaa+tpia;
        ti=nor_b(mti,dsti);
        k=mini_c(ner,lc);
        hs=tpiaa+ti+tcik;
        x=floor(hrs+1);
        if(hs > x)

```

```

nani=nani+1;
else
    lcik2=lcik2+1;
    l=lcik2;
    sil2 ik2 = hs;
    tcik2=tcik2+ti;
    nasi=nasi+1;
    tu=tu+ti;
}
}
for(i=1; i<=ner; i++)
    if(tcii2 >.0166666667)
        tcii2=tcii2-.0166666667;
    else
        tcii2=0;
    sal=0;
    for(j=1; j<=lcii2; j++)
        if(sij2 ii2 <= hrs)
            lcii2=lcii2-1;
            sal=sal+1;
        }
        else
            for(k=1;k<= lcii2;k++)
                sik2 ii2=sik2+sal2 ii2;
    }
}
}
else
    if(tpiaa<=hrs)
        tpia=expo_a(alfa4);
        tpiaa=tpiaa+tpia;
    }
/* MANEJO DE FALLAS DE CORRIENTE E IMPRESIONES */
if(tpfc <= hrs)
    putch(7);
    if(reloj==0)
        gotoxy(1,20);
        printf("SUSPENSION DEL SERVICIO: MIN. 60 SESION %d",sesion-1);
    }
    else
        gotoxy(1,20);
        printf("SUSPENSION DEL SERVICIO: MIN. %d SESION %d",reloj,sesion);
    }
    fal=fal+1;
    stf=stf+(ttf-tpfc);
    x=floor(hrs+1);
    if(hrs<=floor(hrs)+.01)
        x=x-1;
    }
    if(ttf <= x)
        x1=floor(ttf);
        x2=(ttf-x1)*60;
        reloj=floor(x2);
        hrs=ttf;
        delay(10000);
        gotoxy(1,20);

```

```

printf("REANUDA SERVICIO: MIN. %d SESION %d",reloj,sesion);
printf(" ");
tpfc=comp_1(alfa3,tpfc);
ttf=comp_11(tpfc,mtf,dstf);
}
if(hrs>floor(hrs)+.01)
band2=1;
}
else
band2=0;
x3=floor(hrs+1);
if(hrs<=floor(hrs)+.01) x3=x3-1;
if((ctpfc<=hrs) && (ttf> x3)) && ((reloj==0) && (hrs!=0))

fa=poi_4(lambda);
oper_11(reloj,sesion,dia,sem,fa,ncr,nir,band2);
nafa=na-fa, ncncr=nc-ncr, ninir=ni-nir;
if((ncncr!=0) && (ninir!=0))

nac=nafa/ncncr, nai=nafa/ninir, nci=ncncr/ninir;
tui=tu/ninir, tu=0;
if(tui>1) tui=1;
if(hrs<=floor(hrs)+.005)
oper_12(nac,nai,nci,tui,nasi,nani,sesion);
else
if(tpfc <=hrs && ttf >x3)

sesion=sesion+1;
oper_12(nac,nai,nci,tui,nasi,nani,sesion);
sesion=sesion-1;
}
else
oper_12(nac,nai,nci,tui,nasi,nani,sesion);
snac=snac+nac, snai=snai+nai, snci=snai+nci, stui=stui+tui;
snasi=snasi+nasi, snani=snani+nani, nani=0, nasi=0;
}
if(ninir==0)

gotoxy(1,19);printf("NO SE PUEDE IMPRIMIR");
nac=nafa/ncncr, snac=snac+nac;
if (sesion==1)

gotoxy(28,15);printf("%2.2f",nac);
}
else

gotoxy(28,9+sesion-1);printf("%2.2f",nac);
}
}
else

gotoxy(1,19);printf(" ");
}
if(band==1)

ssnac=snac/30, ssnai=snai/30, ssnai=snai/30, sstui=stui/30;
ssnani=snani/30, ssnasi=snasi/30, tai=(30-stf)/ngl;
oper_10(sem,ssnac,ssnai,ssnci,sstui,ssnasi,ssnani,tai);
gotoxy(7,13);printf("NUM. TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE");
gotoxy(69,13);printf("%d", fal);
gotoxy(7,14);printf("TIEMPO TOTAL DE FALLAS DE CORRIENTE (en horas)");
gotoxy(69,14);printf("%2.2f", stf);
putch(7);
fal=0, stf=0, snac=0, snai=0, snai=0, snai=0, snasi=0, stui=0, band=0;
if(sem==s)
exit(0);

```



```

float med, desv;
..
int i;
float x, sum, nor=0;
while(nor<=0)
..
sum=0;
for(i=1; i<=12; i++)
..
    x=rand();
    x=x/32767;
    sum=sum+x;
}
nor=desv*sum+med-6*desv;
}
return(nor);
}
/*  RUTINA QUE GENERA NUMERO DE SUCEOS, EN FORMA POISSON  */
float poi_4(lambda)
float lambda;
..
int fai, i=0;
float x, expo, p=1;
x=rand();
x=x/32767;
if(x>=0.17)
..
    expo=exp(-lambda);
    while(p>=expo)
    ..
        i=i+1;
        x=rand();
        x=x/32767;
        p=x*p;
    }
    fai=i;
}
else
    fai=0;
return(fai);
}
/*  RUTINA QUE GENERA EL TIEMPO DE OCURRENCIA DEL PROXIMO EVENTO  */
float comp_1(alfa, tpfi)
float tpfi, alfai;
..
float alfa, tefi, tffi;
alfa=alfai;
tefi=expo_a(alfa);
tffi=tpfi+tefi;
return(tffi);
}
/*  RUTINA QUE GENERA EL TIEMPO DE TERMINACION DEL PROXIMO EVENTO  */
float comp_11(tpfi, mtr, dstr)
float tpfi, mtr, dstr;
..
float tr, med, desv;
desv=dstr;
med=mtr;
tr=nor_b(med, desv);
tr=tr+tpfi;
return(tr);
}
/*  RUTINA QUE GENERA SALIDA DE DATOS POR SEMANA  */
void oper_10(sem, ssnac, ssnai, ssnai, ssnai, sstui, ssnasi, ssnani, tai)
int sem;
float ssnac, ssnai, ssnai, ssnai, sstui, ssnasi, ssnani, tai;

```



```

char espera;
gotoxy(60,24);printf("Tecla <RETURN>...");
espera=getch();
if (espera==' ');
clrscr();
tabla2();
gotoxy(22,3);printf("RESULTADOS POR SESION DE LA SEMANA %d",sem-1);
gotoxy(7,6);printf("PROMEDIO DE ALUMNOS POR COMPUTADORA");
gotoxy(69,6);printf("%2.2f",ssnac);
gotoxy(7,7);printf("PROMEDIO DE ALUMNOS POR IMPRESORA");
gotoxy(69,7);printf("%2.2f",ssnai);
gotoxy(7,8);printf("PROMEDIO DE COMPUTADORAS/IMPRESORA");
gotoxy(69,8);printf("%2.2f",ssnci);
gotoxy(7,9);printf("TIEMPO PROM. DE USO/IMPRESORA (en horas)");
gotoxy(69,9);printf("%2.2f",sstui);
gotoxy(7,10);printf("PROMEDIO DE ALUMNOS QUE ALCANZAN A IMPRIMIR");
gotoxy(69,10);printf("%2.2f",ssnaci);
gotoxy(7,11);printf("PROM. DE ALUMNOS QUE NO ALCANZAN A IMPRIMIR ");
gotoxy(69,11);printf("%2.2f",ssnani);
gotoxy(7,12);printf("TIEMPO TOTAL DE ACCESO DE LOS ALUMNOS AL LABORATORIO");
gotoxy(69,12);printf("%2.2f",tal);
}
/*  -  RUTINA QUE GENERA DATOS DE SALIDA POR SESION  */
void oper_11(reloj,sesion,dia,sem,fa,ncr,nir,band2)
int reloj,sesion,dia,sem,fa,ncr,nir,band2;

if((sesion==2) && (band2==0))

    clrscr();
    tabla();
}
if(reloj==0)
..
    gotoxy(60,20);
    printf("MINUTO 60 ");
}
else
..
    gotoxy(60,20);
    printf("MINUTO %d ",reloj);
}
if(band2!=0)
..
    gotoxy(42,1);printf("%d",sem);
    gotoxy(42,2);printf("%d",dia);
    gotoxy(5,9+sesion);printf("%d",sesion);
}
else
..
if(sesion==1)
..
    gotoxy(5,15);printf("6");
    if(dia==1)
..
        gotoxy(42,2);printf("5");
        gotoxy(42,1);printf("%d",sem-1);
    }
    else
..
        gotoxy(42,2);printf("%d",dia-1);
        gotoxy(42,1);printf("%d",sem);
    }
}
else

```

```

gotoxy(42,2);printf("%d",dia);
gotoxy(42,1);printf("%d",sem);
gotoxy(5,9+sesion-1);printf("%d",sesion-1);
}
}
if (sesion==1)
..
gotoxy(12,15);printf("%d",fa);
gotoxy(18,15);printf("%d",ncr);
gotoxy(23,15);printf("%d",nir);
}
else
..
gotoxy(12,wherey());printf("%d",fa);
gotoxy(18,wherey());printf("%d",ncr);
gotoxy(23,wherey());printf("%d",nir);
}
}
/*      RUTINA QUE GENERA SALIDA DE DATOS POR SESION      */
void oper_12(nac,nai,nci,tui,nasi,nani,sesion)
int nani,nasi,sesion;
float nac,nai,nci,tui;
..
if (sesion==1)
..
gotoxy(28,15);printf("%2.2f",nac);
gotoxy(36,15);printf("%2.2f",nai);
gotoxy(43,15);printf("%2.2f",nci);
gotoxy(53,15);printf("%d",nasi);
gotoxy(63,15);printf("%d",nani);
gotoxy(71,15);printf("%2.2f",tui);
}
else
..
gotoxy(28,9+sesion-1);printf("%2.2f",nac);
gotoxy(36,9+sesion-1);printf("%2.2f",nai);
gotoxy(43,9+sesion-1);printf("%2.2f",nci);
gotoxy(53,9+sesion-1);printf("%d",nasi);
gotoxy(63,9+sesion-1);printf("%d",nani);
gotoxy(71,9+sesion-1);printf("%2.2f",tui);
}
}
/*      RUTINA QUE ENCUENTRA EL VALOR MINIMO      */
float mini_c(ncr,tec)
int ncr;
float tec140;
..
int i,j,k;
if(ncr!=1)
..
i=1;
for(j=i+1; j<=ncr; j++)
..
if(tec1i2<=tec1j2)
k=i;
..
else
..
k=j;
i=j;
}
}
else
k=1;

```

```

return(k);
}
#include <stdio.h>
#include <conio.h>

void tabla();

void tabla()
{
int i,j,k;

gotoxy(35,1);printf("Semana ");
gotoxy(35,2);printf("Dia ");
gotoxy(2,5);putch(201);
gotoxy(78,5);putch(187);
gotoxy(2,16);putch(200);
gotoxy(78,16);putch(188);

for (i=3 ; i<=77 ; i++)
{
gotoxy(i,5) ;putch(205);
gotoxy(i,16);putch(205);
}
for (i=6 ; i<=15 ; i++)
{
gotoxy(2,i);putch(186);
gotoxy(78,i);putch(186);
}
gotoxy(2,9);putch(199);
gotoxy(78,9);putch(182);
for (i=3 ; i<=77 ; i++)
{
gotoxy(i,9);putch(196);
}
gotoxy(3,6);printf("Sesion");
for (i=6 ; i<=15 ; i++)
{
gotoxy(9,i);putch(179);
}
gotoxy(9,5);putch(209);
gotoxy(9,16);putch(207);
gotoxy(9,9);putch(197);

gotoxy(10,6);printf("Faltas");
for (i=6 ; i<=15 ; i++)
{
gotoxy(16,i);putch(179);
}
gotoxy(16,5);putch(209);
gotoxy(16,16);putch(207);
gotoxy(16,9);putch(197);

gotoxy(17,6);printf("En Rep.");
for (i=6 ; i<=15 ; i++)
{
gotoxy(26,i);putch(179);
}
gotoxy(26,5);putch(209);
gotoxy(26,16);putch(207);
gotoxy(26,9);putch(197);

for (i = 17 ; i <= 25 ; i++)
{
gotoxy(i,7);putch(196);
}
}

```

```

gotoxy(16,7);putch(195);
gotoxy(26,7);putch(180);
gotoxy(21,7);putch(194);
gotoxy(21,9);putch(197);
gotoxy(21,8);putch(179);
gotoxy(17,8);printf("Comp");gotoxy(22,8);printf("Imp.");
for (i = 10 ; i <= 15 ; i++)
{
    gotoxy(21,i);putch(179);
}
gotoxy(21,16);putch(207);

gotoxy(27,6);printf("No. Alumnos por");
for (i = 27 ; i <= 41 ; i++)
{
    gotoxy(i,7);putch(196);
}
gotoxy(26,7);putch(197);
gotoxy(34,7);putch(194);
gotoxy(34,9);putch(197);
gotoxy(34,8);putch(179);
gotoxy(28,8);printf("Comp");gotoxy(36,8);printf("Imp.");
for (i = 10 ; i <= 15 ; i++)
{
    gotoxy(34,i);putch(179);
}
gotoxy(34,16);putch(207);

for (i=6;i<=15;i++)
{
    gotoxy(42,i);putch(179);
}
gotoxy(42,7);putch(180);
gotoxy(42,9);putch(197);
gotoxy(42,5);putch(209);
gotoxy(42,16);putch(207);
gotoxy(43,6);printf("Comp/");
gotoxy(43,7);printf("Imp.");

for (i=6 ; i<=15 ; i++)
{
    gotoxy(48,i);putch(179);
}
gotoxy(48,5);putch(209);
gotoxy(48,16);putch(207);
gotoxy(48,9);putch(197);

gotoxy(49,6);printf("Alcanzan a Imprimir");
for (i=6 ; i<=15 ; i++)
{
    gotoxy(68,i);putch(179);
}
gotoxy(68,5);putch(209);
gotoxy(68,16);putch(207);
gotoxy(68,9);putch(197);

for (i = 49 ; i <= 67 ; i++)
{
    gotoxy(i,7);putch(196);
}
gotoxy(48,7);putch(195);
gotoxy(68,7);putch(180);
gotoxy(59,7);putch(194);
gotoxy(59,9);putch(197);
gotoxy(59,8);putch(179);

```

```
gotoxy(53,8);printf("Si");gotoxy(63,8);printf("No");
for (i = 10 ; i <= 15 ; i++)
    gotoxy(59,i);putch(179);
}
gotoxy(68,16);putch(207);
gotoxy(59,16);putch(207);

gotoxy(69,6);printf("Tiempo de");
gotoxy(69,7);printf("Uso/Imp.");
gotoxy(1,23);
}#include <conio.h>

void tabla2();
void tabla2()
..
int i;
gotoxy(20,2);putch(201);
gotoxy(20,4);putch(200);
gotoxy(60,2);putch(187);
gotoxy(60,4);putch(188);
gotoxy(20,3);putch(186);
gotoxy(60,3);putch(186);
for(i = 21 ; i<=59 ; i++)
..
    gotoxy(i,2);putch(205);
    gotoxy(i,4);putch(205);
}

gotoxy(5,5);putch(201);
gotoxy(5,15);putch(200);
gotoxy(76,5);putch(187);
gotoxy(76,15);putch(188);

for (i=6;i<=14;i++)
..
    gotoxy(5,i);putch(186);
    gotoxy(76,i);putch(186);
}
for (i=6;i<=75;i++)
..
    gotoxy(i,5);putch(205);
    gotoxy(i,15);putch(205);
}

gotoxy(67,5);putch(209);
gotoxy(67,15);putch(207);

for (i=6;i<=14;i++)
..
    gotoxy(67,i);putch(179);
}
```

## BIBLIOGRAFIA

## TESIS:

- 1) CUENCA Pérez, Ana Laura. "Análisis de la no Respuesta en el Seguimiento de Egresados". UNAM. ENEP-Acatlán. México 1985. p.p. 138
- 2) DE LA GARZA Avila, Jorge. "Análisis y Procedimientos para el remplazo de un Equipo de Cómputo". UNAM. ENEP-Acatlán. México 1985. p.p. 138
- 3) RAMIREZ Sánchez, Guillermina. "La Computadora como Herramienta Didáctica Infantil en México (análisis)". IPN. Upiicsa. México 1987. p.p. 150

## TEXTOS

- 4) AMAD Elías, M. "Business Data Processing". 5ª Edición. Ed. Prentice Hall, Inc. New Jersey 1980. p.p. 552
- 5) BERENSON, Mark L., Levine David M. and Rindskopf David. "Applied Statistics". Ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J. 1988. p.p. 558
- 6) COCHRAN, William. "Técnicas de Muestreo". Ed. C.E.C.S.A. México 1985. p.p. 636
- 7) COSS Bu, Raúl. "Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión". 2ª Edición. Ed. Limusa. México 1986. p.p. 376
- 8) COSS Bu, Raúl. "Simulación un Enfoque Práctico". Ed. Limusa. México 1986. p.p. 158
- 9) DES,Raj. "La Estructura de las encuestas por Muestreo". Trad. Eduardo L. Suárez. Ed. Fondo de Cultura Económica. México 1979. p.p. 230
- 10) GEREZ Victor & Grijalva Manuel. "El Enfoque de Sistemas". 2ª Edición. Ed. Limusa. México 1980. p.p. 180
- 11) HILLER F. & G. Lieberman. "Introductions to Operations Research". Ed. Holden Day Inc. U.S.A. 1967. P.P. 400
- 12) LAZZARO, Victor. "Sistemas y Procedimientos". 5ª Edición. Trad. Mario Bracamonte C. Ed. Diana. México 1987 p.p. 568

- 13) MILLER I. & Freud J. E. "Probabilidad y Estadística para Ingenieros". Trad. Carlos Ordoñez Romero. Ed. Reverté Mexicana S. A. México 1984. p.p.406
- 14) MOOD & Graybill. "Introducción a la Teoría de la Estadística". Ed. Aguilar. España 1983. p.p. 288
- 15) MOSKOWITZ H. & G. Wright. "Investigación de Operaciones". Trad. Carlos A. Franco. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A. México 1986. p.p. 790
- 16) MULLAN P, A. "El Ordenador en la Educación Básica". Trad. Jordi Abadal Beridi. Ed. Gustavo Gili, S. A. Barcelona 1985, p.p 202
- 17) NAYLOR, Thomas H. "Experimentos de Simulación en Computadoras con Modelos de Sistemas Económicos". Trad. Hortensia Corona Rodríguez. Ed. Limusa. México 1982. p.p. 510
- 18) PRAWDA, Juan. "Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones". Vol. I. Ed. Limusa. México 1976. p.p. 935
- 19) PRAWDA, Juan. "Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones". Vol. II. Ed. Limusa. México 1980. p.p. 1028
- 20) RAIFFA, Howard. "Análisis de la Decisión Empresarial". Trad. Rafael Vinader Zurbano. Ed. Fondo Educativo Interamericano. España 1978. p.p. 310
- 21) REYEB, Ponce A. "Administración de Empresas (Teoría y Práctica)" Primera Parte. Ed. Limusa. México 1988. p.p. 190
- 22) REYEB, Ponce A. "Administración de Empresas (Teoría y Práctica)" Segunda Parte. Ed/ Limusa. México 1987. p.p. 202
- 23) SCHILDT, Herbert. "C: The Complete Reference". Ed. Osborne McGraw-Hill. Berkeley, California 1987. p.p. 774
- 24) SHANNON, Robert E. "Systems Simulation: The Art and Science". Ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J. 1975. p.p. 388
- 25) SHEAFFER, Mendenhall, Ott. "Elementos de Muestreo". Ed. Grupo Editorial Iberoamericana. México 1985. p.p. 315
- 26) STONER, James A. F. "Administración". 2ª Edición. Trad. Jorge Cárdenas Nannetti. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana. México 1987. p.p 644

- 27) TAHA, Hamdy. "Investigación de Operaciones (una introducción)". 2ª Edición. Trad. José Acosta Flores. Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A. México 1981. p.p. 649
- 28) WHITEHOUSE, Gary E. "Systems Analysis and Design Using Network Techniques". Ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J. 1973. p.p. 500

## ARTICULOS

- 29) BAROUSSE, Felipe. "Revolución Microelectrónica". Decision BIT. México. Núm. 14. Octubre 1988. pág. 45.
- 30) BLACKFORD, John. "Los Líderes en los 25 MHz". Personal Computing. México. Núm. 8. Diciembre 1988. pág. 20.
- 31) BUSTAMANTE, Jorge I. "Alfabetismo de Cómputo para los Niños". Ciencia y Desarrollo. México. Núm. 68. Año XII. Mayo-Junio 1986. pág. 177
- 32) CALDERON Alzati, Enrique. "La Gran Evolución Educativa". Información Científica y Tecnológica. México. Vol. VIII-113. Febrero 1986. pág. 17
- 33) CALDERON Alzati, Enrique. "La Próxima Generación de Computadoras". Ciencia y Desarrollo. México. Núm. 54. Año IX. Enero-Febrero 1984. pág. 22
- 34) CALDERON Alzati, Enrique y Deffis Ramos Gustavo. "Proyecto Galileo, Educación para el Siglo XXI. Comunidad Informática. México. Núm. 31. Año X. Octubre-Diciembre 1987. pág. 9
- 35) CALDERON Alzati, Enrique "El Uso de Simuladores en la Educación". Cero Uno Cero. Vol. VII-11. Julio 1987. pág. 4
- 36) CALDERON Alzati, Enrique. "Alfabetismo de Cómputo para los Niños". Ciencia y Desarrollo. México. Núm. 68. Año XII. Mayo-Junio 1986. pág. 177
- 37) FOLCH Lyon Jorge. "Los Simuladores". Data Processin Diaggst. Los Angeles, California. Vol. XVI-12. Diciembre 1988. pág. 10
- 38) FREIRE, Paulo. "Computarizar la Realidad: Negocio o Necesidad". Información Científica y Tecnológica. México. Vol. VIII-113. pág. 25
- 39) GONZALEZ Ehrlich, Erika. "Un alfabetizador en Potencia". Información Científica y Tecnológica. México. Vol. VIII-113. Febrero 1986. pág. 33



- 40) GUERRA, Víctor. "Guía para la Selección de Equipos de Cómputo". Ciencia y Desarrollo. México. Núm 63. Año XI. Julio-Agosto 1985. pág. 150
- 41) JAY Becker, Henry. "Using Computer for Instruction". BYTE. New Hampshire. Vol. XII-2, Febrero 1987. pág. 144
- 42) LADISLAO, Ulises. "Las Computadoras Invasen las Escuelas". Información Científica y Tecnológica. México. Vol. VIII-113. pág. 28
- 43) LEYVA J. A. "Enseñanza del Futuro". Información Científica y Tecnológica. Vol. VIII-113. pág. 23
- 44) LEYVA J. A. "Los Samurais de la Quinta Generación". Información Científica y Tecnológica. México. Vol. VII-109. Octubre 1985. pág. 19
- 45) NAIMAN, Adeline. "A Hard Look at Educational Software". BYTE. New Hampshire. Vol. XII-2. Febrero 1987
- 46) ORTEGA Pizarro, Fernando. "La SEP maquila una vieja computadora y la presenta como Proyecto Propio". Proceso. México. Núm. 539. Marzo 1987. pág. 14
- 47) OSGOOD, Donna. "The Difference in Higher Education". BYTE. New Hampshire. Vol. XII-2 Febrero 1987. pág. 165
- 48) PEREYRA R, Luz Elena. "El Aprendizaje: Modificación Sistemática". Información Científica y Tecnológica. México. Vol. VII-109. Octubre 1985. pág. 54
- 49) PLACENCIA Amoroz, Raúl. "Microcomputadoras en México y el Extranjero: periodo 1985-1986 y perspectivas". Comunidad Informática. México. Año X-29. Abril-Junio 1987. Pág. 20
- 50) REMOLINA López Ma. Teresa. "El uso de las Microcomputadoras en la Enseñanza". Información Científica y Tecnológica. México. Vol. VII-109. Octubre 1985. pág. 36
- 51) REPPER Jaramillo, Luis. "La Educación Infantil en México deberá apoyarse en Computadoras". Información Científica y Tecnológica. México. Vol. VII-111. Diciembre 1985. pág. 61
- 52) TOLMAN, John. "Computación y Enseñanza". Decisión II. México. Año II-17. Febrero 1989. Pág. 23
- 53) VALERA, Rafael. "Cómo Instalar una Computadora". Haga BYTE. México. Año II-14. Noviembre 1988. pág. 27

54) VALERO, Juan Manuel. "Computación para todos los Niños". Información Científica y Tecnológica. México. Vol. VIII-113. pág. 21

55) ZERMEÑO G, Ricardo. "Análisis de la Oferta de Equipo de Cómputo de Fabricación Nacional". Comunidad Informática. México. Año X-29. Abril-Junio 1987. pág. 4

56) ZORRILLA A, Eduardo y Segundo V. Alejandro. "Las Microcomputadoras en el Programa de Fomento". Comunidad Informática. México. Año X-29. Abril-Junio 1987. pág. 11

57) Data Proccesing Digest. Vol XVI-6. Los Angeles. Junio 1988. pág. 5

58) Data Proccesing Digest. Vol. XVI-2. Los Angeles. Abril 1988. Pág. 7

59) Directorio de Empresas Proveedoras de Bienes y Servicios Informáticos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México 1986. p.p. 700.

60) México COMEXPO'88. Mega Byte. México 1988. p.p. 46