



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
MAESTRIA EN ADMINISTRACION.

00661

(4)

lej.

UNA APLICACION DE LA PROGRAMACION DE METAS  
AL PROBLEMA DE PRONOSTICO DE UNA EMPRESA QUE FABRICA  
TELEVISORES EN MEXICO

T E S I S

Que para obtener el Grado de

MAESTRO EN ADMINISTRACION

Presenta:

GASPAR DEL S.C. SANCHEZ Y SANCHEZ MEJORADA

México, E.F.

1982.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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.

# CONTENIDO

1	EL MARCO CONCEPTUAL	1.
1.1	LA INTRODUCCION	2.
1.2	EL ESCENARIO	4.
1.3	EL MARCO CONCEPTUAL DEL MODELO DE PRONOSTICO	6.
1.3.1	El objeto de estudio	6.
1.3.2	El marco teórico	7.
1.3.3	La variable dependiente	10.
1.3.4	Las variables independientes	11.
1.3.5	El modelo propuesto	14.
1.3.6	Las hipótesis	14.
1.3.7	El tipo de investigación	15.
1.3.8	Los métodos estadísticos empleados	16.
1.3.9	La selección del modelo	24.
1.3.10	El procesamiento de los datos	27.
1.4	EL MARCO CONCEPTUAL DEL MODELO DE OPTIMIZACION	28.
1.4.1	El objeto de estudio	28.
1.4.2	Las metas de la empresa	29.
1.4.3	Las técnicas de optimización empleadas	32.

1.4.4	El procesamiento de los datos	34.
2	EL COMPORTAMIENTO DEL MERCADO	35.
2.1	LA INTRODUCCION	36.
2.2	LA INFORMACION FUENTE	37.
2.3	LOS FABRICANTES QUE CONCURREN AL MERCADO	40.
2.4	EL CRECIMIENTO DEL MERCADO	42.
2.4.1	El crecimiento del mercado de televisores	43.
2.4.2	El crecimiento de las ventas del televisor de blanco y negro	50.
2.4.3	El crecimiento de las ventas del televisor de color	55.
3	LA EMPRESA Y SU MEDIO AMBIENTE	60.
3.1	LA INTRODUCCION	61.
3.2	LOS DATOS HISTORICOS	64.
3.3	LA EXPLICACION DE LAS VENTAS	66
3.3.1	Las ventas del televisor de blanco y negro	68.
3.3.2	Las ventas del televisor de color	76.
3.4	LOS GASTOS DE OPERACION	83.
4	EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	86.
4.1	LA INTRODUCCION	87.
4.2	LA FUNCION UTILIDAD	89.
4.3	EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS DE LA EMPRESA	92.
4.4	EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS DEL MERCADO	94.
4.5	LA PARTICIPACION DE LA EMPRESA	97.
4.6	LAS EXPECTATIVAS	101.
4.7	LAS METAS Y LAS RESTRICCIONES	102.
4.8	EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	105.
4.8.1	La función objetivo de la utilidad.	106.

- 4.8.2 La meta de personal 109.
- 4.8.3 Las otras restricciones 111.
- 4.8.4 El problema de optimización 113.

5 LA OBTENCION DE LAS SOLUCIONES 115.

5.1 LA INTRODUCCION. 116.

5.2 LAS SOLUCIONES. 117.

- 5.2.1 El óptimo del pronóstico de 1982 120.
  - La solución gráfica 120.
  - La solución estándar 123.
  - La solución con una meta 125.
  - La solución con más de una meta 130.
- 5.2.2 El óptimo del pronóstico de 1983 136.
- 5.2.3 El óptimo del pronóstico de 1984 137.
- 5.2.4 Los pronósticos de las cantidades óptimas 139.

6 LAS CONCLUSIONES 141.

6.1 LAS LIMITACIONES DEL ESTUDIO 142.

6.2 LAS CONCLUSIONES. 145

- 6.2.1 Las conclusiones en el mercado 145.
- 6.2.2 Las conclusiones en la empresa 147.

6.3 LO QUE FALTA POR HACER 154.

REFERENCIAS. 156.



# A N E X O S

- 1 EL MERCADO DE TELEVISORES a1.
  - A1.1 El modelo de regresión lineal simple a2.
  - A1.2 El modelo de regresión exponencial a3.
  - A1.3 El modelo de regresión logarítmico a4.
  - A1.4 El modelo de regresión geométrico a5.
  - A1.5 El modelo de regresión polinómico a6.
  - A1.6 Estimación del estadístico t a7.
- 2 EL MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO. a8.
  - A2.1 El modelo de regresión lineal. a9.
  - A2.2 El modelo de regresión exponencial a10.
  - A2.3 El modelo de regresión logarítmico a11.
  - A2.4 El modelo de regresión geométrico a12.
  - A2.5 El modelo de regresión polinómico a13.
  - A2.6 Estimación del estadístico t a14.
- 3 EL MERCADO DE TELEVISORES DE COLOR. a15
  - A3.1 El modelo de regresión lineal a16.
  - A3.2 El modelo de regresión exponencial a17.
  - A3.3 El modelo de regresión logarítmico a18.
  - A3.4 El modelo de regresión geométrico a19.
  - A3.5 El modelo de regresión polinómico de segundo orden a20.
  - A3.6 El modelo de regresión polinómico de tercer orden a21.
- 4 LOS DATOS HISTORICOS DE LA EMPRESA.
  - A4.1 Las unidades vendidas del televisor de blanco y negro a23.
  - A4.2 Las unidades vendidas del televisor de color a23.
  - A4.3 Los precios de venta de los televisores de blanco y negro a24.
  - A4.4 Los precios de venta de los televisores de color a24.
  - A4.5 Las ventas en pesos del televisor de blanco y negro a25.
  - A4.6 Las ventas en pesos del televisor de color a25.
  - A4.7 Las ventas de los televisores a26.
  - A4.8 La publicidad de los televisores a26.
  - A4.9 El costo directo del televisor de blanco y negro 27.
  - A4.10 El costo directo del televisor de color a27.
  - A4.11 El costo directo de los televisores a28.
  - A4.12 Otros gastos e impuestos a28.
  - A4.13 El estado de pérdidas y ganancias a29.

- 5 LA EXPLICACION DE LAS VENTAS DE ZETA S.A.  
DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO. a30.
- A5.1 El modelo lineal simple. a31.
  - A5.2 El modelo de regresión múltiple con dos variables independientes. a32.
  - A5.3 El modelo de regresión múltiple con tres variables independientes. a34.
- 6 LA EXPLICACION DE LAS VENTAS DE ZETA, S.A.  
DEL TELEVISOR DE COLOR. a35.
- A6.1 El modelo lineal simple. a36.
  - A6.2 El modelo de regresión múltiple con dos variables independientes. a37.
  - A6.3 El modelo de regresión múltiple con tres variables independientes. a39.
- 7 LA EXPLICACION DE LOS COSTOS DE OPERACION Y DE LA UTILIDAD  
DE ZETA S.A. a40.
- A7.1 Los costos de operación. a41.
  - A7.2 Determinación de los valores numéricos de la función objetivo de la utilidad. a42.
- 8 EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1982. a45.
- A8.1 La solución gráfica. a46.
  - A8.2 La solución estándar. a48.
  - A8.3 La solución con una meta. a49.
  - A8.4 La solución con más de una meta. a50.
- 9 EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1983. a51.
- A9.1 El óptimo del pronóstico de 1983 a52.
- 10 EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1984. a53.
- A10.1 El óptimo del pronóstico de 1984 a54.

EL MARCO CONCEPTUAL

1.1	LA INTRODUCCION	2.
1.2	EL ESCENARIO	4.
1.3	EL MARCO CONCEPTUAL DEL MODELO DE PRONOSTICO	6.
1.3.1	El objeto de estudio	6.
1.3.2	El marco teórico	7.
1.3.3	La variable dependiente	10.
1.3.4	Las variables independientes	11.
1.3.5	El modelo propuesto	14.
1.3.6	Las hipótesis	14.
1.3.7	El tipo de investigación	15.
1.3.8	Los métodos estadísticos empleados	16.
1.3.9	La selección del modelo	24.
1.3.10	El procesamiento de los datos	27.
1.4	EL MARCO CONCEPTUAL DEL MODELO DE OPTIMIZACION	28.
1.4.1	El objeto de estudio	28.
1.4.2	Las metas de la empresa	29.
1.4.3	Las técnicas de optimización empleadas	32.
1.4.4	El procesamiento de los datos	34.

## 1.1 LA INTRODUCCION.

Este trabajo tiene como objetivo, mostrar la aplicación de dos herramientas que puede usar el administrador, en el problema de pronóstico de las ventas de una empresa. Estas herramientas son:

- o La Regresión Lineal Múltiple.
- o La Programación de Metas.

La primera pertenece a la Estadística y la segunda a la Investigación de Operaciones. Se ha escogido un ejemplo práctico, para mostrar la aplicación de las herramientas mencionadas. Se tomó como base los -

3.

datos relevantes para el pronóstico de las ventas, de una empresa de la iniciativa privada, que fabrica y vende en México, los aparatos electrónicos de entretenimiento, limitándose a los televisores.

Se pretende determinar un modelo matemático que nos ayude a explicar a las ventas que hizo la empresa. Para esto, nos auxiliaremos de la Regresión Lineal Multiple. Obtenido el modelo, es posible emplearlo como herramienta de pronóstico de las ventas que puede tener la empresa. Además, se puede emplear alguna técnica de optimización, que nos ayude a la maximización de las posibles utilidades que se puedan obtener; ----- bajo el supuesto de que está sujeta a ciertas restricciones. Se emplea la Programación de Metas para dicho propósito.

El emplear las técnicas mencionadas tiene sus ventajas y sus limitaciones. Es importante entender estas ventajas y estas limitaciones, si queremos emplear con conocimiento de causa a estas herramientas.

El modelo citado, tiene la limitación que sus parámetros son particulares para una empresa determinada y no es posible generalizarlo para otras empresas. Cuando queremos determinar el modelo de pronóstico para otra empresa, podemos emplear la misma metodología para determinar sus parámetros.

## 1.2 EL ESCENARIO.

Se tiene el siguiente escenario:

### LOS PRODUCTOS.

Nos interesa conocer el comportamiento de las unidades vendidas de televisores, tanto de blanco y negro como de color. Es oportuno empezar por definir a estos productos.

El televisor para uso doméstico, es un bien de consumo duradero que proporciona información y entretenimiento al usuario, como parte terminal de un sistema de televisión. Está previsto para recibir y reproducir a las señales eléctricas codificadas que son transmitidas por una estación de televisión, ya sea mediante ondas de radio o por vía cable. El televisor únicamente reproduce las escenas y el sonido correspondiente enviadas por la estación televisora.

El televisor de blanco y negro reproduce las escenas, mediante un tubo de rayos catódicos llamado cinescopio, empleando matices grises que van -- desde el color blanco hasta el color negro.

El televisor de color reproduce las escenas mediante un tubo de rayos catódicos cromático, empleando colores básicos como son el rojo, el azul y el verde. Mediante una codificación en la señal recibida, es factible reproducir las escenas a todo color, en forma parecida a una fotografía a color o a una película cromática. También reproduce escenas en -- blanco y negro.

#### LA EMPRESA.

Nos interesa pronosticar a las unidades que se pueden vender por parte de la empresa. Se ha escogido una empresa que denominaremos Zeta S.A. Es una empresa típica de la industria electrónica en México.

#### EL MERCADO.

Nos interesa conocer el crecimiento del mercado de televisores en México, tanto de blanco y negro como de color.

#### EL TIEMPO Y LUGAR.

Utilizaremos los datos del pasado reciente para pronosticar a las unidades que se pueden vender de televisores, tanto en el mercado como por la empresa. Emplearemos datos históricos relevantes del mercado, desde -- 1968 hasta 1981 para tal propósito. Emplearemos los -- datos relevantes de la empresa y de su medio ambiente, para determinar los factores de que dependen sus ventas. Para esto, emplearemos datos de 1977 a 1981.

Como ya fue mencionado, el lugar en donde se desarrolla el escenario, es México.

#### LA POBLACION.

Se toma como universo en el mercado, a todas las unidades de televisores vendidas en el país, que fueron reportados a la cámara del ramo. No se incluyen los aparatos de importación.

Se toma como universo en la empresa a todas las unidades fabricadas y vendidas por la empresa, en el país.

### 1.3 EL MARCO CONCEPTUAL DEL MODELO DE PRONOSTICO.

Consideraremos como marco teórico al conjunto de constructos abstraídos de la realidad, que al definirse y al interrelacionarse, explican conceptualmente el comportamiento del objeto de estudio, que es de interés para el investigador. Ver Arias (1).

Esta definición de marco teórico puede ser criticable; pero cumple adecuadamente a nuestros propósitos. Definiremos por separado a cada variable involucrada, para luego buscar una interrelación que explique a la variable dependiente.

#### 1.3.1 EL OBJETO DE ESTUDIO.

Para nosotros el Objeto de Estudio son las ventas que realiza la empresa de interés. Además, las ventas que se realizan en el mercado en su conjunto.

Si el Objeto de Estudio son las ventas de la empresa, entonces el OBJETIVO del ESTUDIO es determinar los factores que explican el comportamiento de las ventas, de donde el estudio pretende contestar a las siguientes preguntas iniciales:

¿Qué factores explican las ventas de la empresa?

¿Sigue alguna tendencia de crecimiento el mercado de televisores?

### 1.3.2 EL MARCO TEORICO.

Los factores que pueden explicar a las ventas de un bien, son los siguientes:

- 1) A mayor Precio (relativo) de un bien, se espera menor demanda de ese bien, cuando otros factores relevantes permanecen constantes.

A este comportamiento se le conoce como la demanda de un bien. Ver a Ferguson (2).

- 2) A mayor venta del bien sustituto, menor será la venta del bien de interés, cuando otros factores relevantes permanecen constantes.

De acuerdo con Salvatore (3) esto es así, ya que el consumidor tiende a aumentar el consumo del bien sustituto, cuando su precio disminuye. Además, el consumidor tiende a disminuir el consumo del bien de interés, a pesar de que no ha cambiado su precio. Aparte del precio, se pueden considerar otros factores con los mismos efectos mencionados.

- 3) A medida que aumente la publicidad de un bien, aumentará la demanda del bien, cuando otros factores relevantes permanecen constantes.

De acuerdo con Kotler (4) la publicidad considerada como la promoción de un bien, ayuda a las ven-

tas de la empresa, ya que aparte de que el consumidor conoce ese bien, que puede satisfacer una de sus necesidades, existe el efecto de persuasión.

- 4) A medida que aumenta la población económicamente activa, aumenta el consumo de los bienes, -- cuando otros factores relevantes permanecen -- constantes.

A medida que aumente la población aumentará la demanda de bienes y por lo tanto, la demanda de medios de diversión y entretenimiento. La producción de bienes es una función de la tecnología, el capital y la población. Ver a Dornbusch (5). A medida que aumente la población económicamente activa, aumentará la demanda de bienes, ya que existe la posibilidad no sólo de cubrir las necesidades, sino de adquirir esos bienes.

Los conceptos anteriores muestran cómo las unidades vendidas de un bien, son dependientes de las variables microeconómicas, tales como el precio (relativo) del bien, las ventas en unidades de los bienes sustitutos, el gasto en publicidad que la empresa destina en promover dicho producto, entre otros. Además, se considera que las unidades vendidas del bien considerado, también son dependientes de las variables macroeconómicas, tales como la población económicamente activa.

Existe bastante evidencia teórico-empírica para considerar, que los cuatro factores citados, actuando

en forma independiente, influyen en forma significativa, en las ventas en unidades de un bien determinado.

Podemos considerar que las variables independientes, pueden actuar en forma conjunta, existiendo la posibilidad que algunas variables estén interrelacionadas entre sí, como es el caso entre el precio de un producto y el gasto en publicidad. En general, se propone la siguiente función:

$$y_a = f( P_a, y_b, PUB_a, POB) \quad (1.1)$$

En donde:

$y_a$  = Las unidades vendidas del producto "a".

$P_a$  = El precio unitario del producto "a"

$y_b$  = Las ventas en unidades del producto "b", este producto es sustituto del producto "a".

$PUB_a$  = El gasto en publicidad.

$POB$  = La población económicamente activa.

Dada la construcción hipotética, el siguiente paso es proponer el modelo matemático, que ayude a explicar el comportamiento de la variable independiente.

Por lo tanto, se considera como variable dependiente a las ventas de la empresa y como variables independientes a los factores que solos o en conjunto, explican significativamente el comportamiento de la variable dependiente.

### 1.3.3 LA VARIABLE DEPENDIENTE.

Se tomará como indicador de la variable dependiente, a las unidades de televisores vendidas o que se pueden vender, tanto por la empresa como en el mercado.

Se consideró conveniente emplear este indicador debido a las siguientes razones:

- a) Contiene la información pertinente del comportamiento de la variable dependiente.
- b) No le afecta la inflación.
- c) En forma general, las empresas consideran a sus ventas en pesos como datos confidenciales. Es difícil la obtención de la información. En particular la empresa de interés proporcionó dicha información.
- d) Es fácil obtener la información de las unidades vendidas en el mercado; basta con recurrir a la información publicada por la Cámara del ramo.
- e) Es sencillo hacer comparaciones entre las unidades vendidas por la empresa y las vendidas en el mercado.

Las definiciones que puede tener el indicador de la variable dependiente, en forma funcional, son las siguientes:

Para la empresa:

Se define como EL VOLUMEN DE VENTAS, a las unidades vendidas de televisores por la empresa de interés, en el mercado nacional, en un período de un año natural.

En el mercado:

Se entiende como EL VOLUMEN DE VENTAS, a las unidades de televisores vendidas en el mercado nacional en su conjunto, en un período de un año natural, limitándose a los televisores fabricados en el país y reportados a la Cámara del ramo. No se incluyen televisores de importación.

Al Volumen de Ventas de la empresa se le llamará "y", mientras que al Volumen de Ventas en el mercado la denominaremos como "Y".

#### 1.3.4 LAS VARIABLES INDEPENDIENTES.

Se considera como posibles variables independientes, que pueden explicar al Volumen de Ventas de la empresa a los siguientes factores:

- o EL PRECIO del televisor.
- o El producto SUBSTITUTO.
- o La PUBLICIDAD empleada.
- o La POBLACION económicamente activa.

Es esta sección definiremos a los indicadores de estas variables independientes, sin preocuparnos del cómo afectan a la variable independiente. En su oportunidad, mostraremos el porqué fueron consideradas como factores relevantes que explican a las ventas de la empresa. Pasemos a definir estos conceptos.

El PRECIO de un televisor se define como el precio que el consumidor paga por adquirir el bien considerado. Se mide en miles de pesos y se toma como indicador a un precio ponderado. Se llamará  $P_b$  al precio de un televisor de blanco y negro y a  $P_c$  al precio de un televisor de color.

Por las mismas razones que se escogió al indicador de las ventas de la empresa, se ha escogido como indicador del producto sustituto al volumen de ventas del citado bien. De donde:

Se define EL VOLUMEN DE VENTAS de un BIEN SUBSTITUTO, a las unidades vendidas de este bien por la empresa, en el mercado nacional y en un período de un año natural. Siempre y cuando este bien sea sustituto directo del bien de interés. Se mide en unidades.

A las unidades de los televisores de blanco y negro los llamaremos "BN" y a las unidades de los televisores de color los denominaremos "COL", con el objeto de distinguirlos. Si el bien de interés es el televisor de blanco y negro (BN), entonces su sustituto directo considerado es un televisor de color - (COL). Lo contrario también será cierto.

Se toma como indicador de la Publicidad al -- Gasto en Publicidad, definido en la siguiente forma:

Se considera como GASTO EN PUBLICIDAD al gasto que hace la empresa en promover un bien determinado. Se mide en millones de pesos.

El gasto en publicidad dedicado en promover al televisor de blanco y negro, se le llamará "PUB<sub>B</sub>", - mientras que el gasto en publicidad para el televisor de color, se mencionará como "PUB<sub>C</sub>".

Se define a LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA, como la parte de la población nacional, que tiene ingresos debidos a su trabajo. Las cifras consideradas - en este indicador, son el resultado del Censo General - de Población o la interpolación y extrapolación de los datos censales. Se mide en miles de personas.

Por último, le llamaremos POB a la población - económicamente activa.

### 1.3.5 EL MODELO PROPUESTO.

Se propone un modelo econométrico, para que nos ayude a explicar a las ventas en unidades de televisores. Tiene la siguiente forma:

$$y_a = \beta_0 + \beta_1 P_a + \beta_2 y_b + \beta_3 FUB_a + \beta_4 POB \quad (1.2)$$

En donde:

$\beta_i$  = los parámetros involucrados, con  $i = 0$  a  $4$ .

Este modelo se determina mediante la técnica de Regresión Lineal Múltiple. Ver a Guajarati (6) y a Zarate (7) para detalles de dicha técnica.

El modelo significativo puede tener a las cuatro variables independientes, que en conjunto explican a la variable dependiente. Puede el modelo ser significativo con tres, dos o una variable independiente.

### 1.3.6 LAS HIPOTESIS.

De acuerdo con las preguntas iniciales y el marco teórico, nos interesa probar empíricamente a las siguientes hipótesis nulas:

H<sub>01</sub> : Una o más variables independientes actuando en conjunto, tales como el precio de venta de un televisor, el volumen de venta de un bien sustituto, el gasto de publicidad y el crecimiento de la población económicamente activa, NO AFECTAN significativamente a las ventas de la empresa, en unidades de televisores.

H<sub>02</sub> : El tiempo tomado como variable independiente, NO EXPLICA el crecimiento de las unidades de los televisores vendidas en el mercado en su conjunto.

### 1.3.7 EL TIPO DE INVESTIGACION.

El tipo de investigación requerido es el llamado "Observación Controlada". También se le conoce como Observación EX POST FACTO. Kerlinger (8) nos dice que el investigador tiene las siguientes limitaciones, al emplear este tipo de investigación:

- 1) Incapacidad de manipular a las variables independientes.
- 2) Impotencia para hacer asignaciones aleatorias.
- 3) Riesgo de hacer interpretaciones impropias.

Nuestro modelo de pronóstico tendrá todas las consecuencias de estas limitaciones.

### 1.3.8 LOS METODOS ESTADISTICOS EMPLEADOS.

Considerando que tenemos una sola variable dependiente y que contamos con escala métrica en todas las variables involucradas, la técnica estadística más apropiada es el Análisis de Regresión, empleando la Regresión Lineal Múltiple y casos particulares de de la misma. Ver a Sheth (9).

Se utilizarán los siguientes modelos de Regresión de dos variables:

- o El Lineal Simple.
- o El Exponencial.
- o El Logarítmico.
- o El Geométrico.

Además, se emplearán los siguientes modelos de Regresión:

- o El Lineal Múltiple.
- o El Polinómica.

Las estadísticas que se propone emplear son las siguientes:

- o El estadístico  $t$ .
- o El estadístico  $F$ .
- o El coeficiente de determinación  $R^2$ .
- o Las  $F$  parciales.

Los modelos de regresión de dos variables tienen la siguiente forma:

Nombre	Modelo	
Lineal Simple	$y = a + bx$	(1.3)
Exponencial	$y = a e^{bx}$	( $a > 0$ ) (1.4)
Logarítmico	$y = a + bL_n x$	(1.5)
Geométrico	$y = a x^b$	( $a > 0$ ) (1.6)

Un resumen sobre estos modelos se encuentra en Hewlett-Packard (10). Los parámetros de estos modelos se obtienen empleando la Regresión Lineal Simple y una transformación adecuada de variables. La Regresión Lineal Simple es un caso particular de la Regresión Lineal Múltiple.

El modelo de Regresión Polinómica, es un caso particular del modelo de Regresión Múltiple, en donde no se cumple el supuesto de independencia entre variables independientes. Se usa la transformación  $x^i = x_i$ , con  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ . En donde  $m$  es el número de variables involucradas. Ver Hewlett-Packard (10).

El modelo de Regresión Polinómica tiene la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3 + \dots + \beta_m x^m \quad (1.7)$$

Los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_i$  se obtienen empleando la Regresión Lineal Múltiple.

El modelo de Regresión Lineal Múltiple tiene la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_m x_m \quad (1.8)$$

En donde "y" es la variable dependiente y " $x_i$ " son las variables independientes. Los parámetros del modelo son  $\beta_0$  y  $\beta_i$ , con  $i=1,2,3,\dots,m$  y  $m$  el número de variables involucradas.

Para detalles, conceptos, supuestos y determinación de parámetros consultar a Guajarati (6), Zárate (7) y Draner (11). Para paquetes de aplicación - consultar a Hewlett-Packard (10) y a Nie (12).

Las estadísticas  $t$ ,  $F$ ,  $F$  parciales y el coeficiente de determinación  $R^2$ , son los empleados en la Regresión Lineal Múltiple. Sugiero se consulte a una de las referencias citadas, si hay duda en la definición o uso de estos conceptos.

Aparte de determinar los parámetros de un modelo en particular, se deben probar varias hipótesis para determinar la significancia del modelo y poderlo - seleccionar entre otros modelos propuestos.

En los siguientes párrafos, sólo se mencionan - algunos aspectos que son de interés para comprender - la prueba de las hipótesis, tomándose en cuenta el medio de cálculo que se dispone.

Emplearemos el estadístico  $t$  para probar si los parámetros del modelo, son significativos por separado. Es decir, en forma independiente.

El estadístico  $t$  se define como:

$$t_{ci} = (\hat{\beta}_i - \beta_i) / es(\hat{\beta}_i) \quad (1.9)$$

En donde  $\hat{\beta}_i$  es el valor estimado del parámetro  $\beta_i$ , con  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ . En la prueba se supone a  $\beta_i$  tiene un valor de cero. Además,  $es(\hat{\beta}_i)$  es el valor calculado de la desviación estándar del parámetro involucrado. Ver a Gujarati (6).

La hipótesis a probar es:

---

hipótesis A :  $H_0: \beta_i = 0$   
 $H_a: \beta_i \neq 0$

En donde  $i = 0, 1, 2, \dots, m$

Se compara el estadístico  $t_{ci}$  calculado con el estadístico  $t_t$  de tablas.

Rechazamos a las hipótesis nulas  $H_0$  para toda  $i$ , si  $t_{ci} > t_t$ , con un nivel de significación  $\alpha$ . Ver a Zárate (7).

---

El estadístico  $F$  es adecuado para probar la significancia de los parámetros  $\beta_i$  en su conjunto, tomando en consideración que  $\beta_0$  ya está en el modelo.

El estadístico F se define como:

$$F_c = \text{CMR}/\text{CME} = (1/(k-1)) \text{SCR}/s^2 \quad (1.10)$$

En donde:

CMR = Los cuadrados medios de regresión.

CME = Los cuadrados medios del error.

SCR = La suma de cuadrados de regresión.

$s^2$  = La varianza.

k = El número de variables independientes más uno.

La hipótesis a probar es:

---

hipótesis B :  $H_0 : \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \cdot \\ \beta_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \cdot \\ 0 \end{bmatrix}$

$$H_a : \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \cdot \\ \beta_m \end{bmatrix} \neq \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \cdot \\ 0 \end{bmatrix}$$

Se compara el estadístico  $F_c$  calculado con el estadístico de tablas  $F_t$ .

Rechazamos a la hipótesis nula  $H_0$  si  $F_c > F_t$ , con un nivel de significación  $\alpha$ .

La  $F_t$  se determina consultando la tabla correspondiente, con  $(k-1)$  y  $(n-k)$  grados de libertad. En donde  $n$  es el número de datos.

Si definimos al coeficiente de determinación como:

$$R^2 = SCR/SCT \quad (1.11)$$

En donde  $SCT$  es la suma de cuadrados totales.

Es posible relacionar a  $R^2$  y al estadístico  $F$ . se puede mostrar que:

$$F = \frac{(n-k) R^2}{(k-1) (1-R^2)} \quad (1.12)$$

Cuando  $R^2$  tiende a uno como límite, el estadístico  $F$  tiende a infinito como límite.

Si el medio de cálculo no proporciona al estadístico  $F$ ; pero puede proporcionar a  $R^2$ , entonces: es posible utilizar criterios equivalentes, para probar a la hipótesis  $B$ . El criterio para rechazar la hipótesis nula  $H_0$  cambia a  $R_{\min}^2 < R^2$ . En donde  $R^2$  es el coeficiente de determinación calculado y  $R_{\min}^2$  se determina a partir de la  $F_t$  de tablas. Se emplea la expresión:

$$R_{\min}^2 = \frac{1}{1 + ((n-k)/(k-1))/F_t} \quad (1.13)$$

Para que la expresión tenga sentido, se requiere que la diferencia  $(n-k)$  sea mayor de cero. Como son números dicretos, el valor mínimo aceptable es uno. Así que el número de datos requeridos como mínimo, para emplear  $(k-1)$  variables independientes es:

$$n_{\min} = k + 1 = (k-1) + 2 \quad (1.14)$$

El número de variables independientes que puede usar un modelo, es igual al número de datos menos dos. Esto es una limitación cuando se cuenta con pocas observaciones.

La tercera hipótesis a probar es la siguiente:

hipótesis C :  $H_0$ : La adición de una variable independiente  $x_j$  al modelo que ya contiene a las demás variables, con la excepción de  $x_j$ , NO mejora significativamente la predicción de la variable dependiente.

$H_a$ : La adición de  $x_j$  al modelo, SI mejora la predicción de la variable dependiente.

Rechazamos la hipótesis nula si  $F_c > F_t$ , con un riesgo  $\alpha$ .

Para probar a la hipótesis C se emplean a las F parciales. La  $F_t$  parcial se obtiene de las tablas del estadístico F normales, con uno y  $(n-k)$  grados de libertad. La  $F_c$  se calcula empleando la siguiente expresión:

$$F_c = F(x_j/x_1, \dots, x_m) = \frac{SCR(x_j/x_1, \dots, x_m)}{CME(x_1, \dots, x_j, \dots, x_m)} \quad (1.15)$$

En donde:

$$SCR(x_j/x_1, \dots, x_m) = SCR(x_1, \dots, x_j, \dots, x_m) - SCR(x_1, \dots, x_m) \quad (1.16)$$

Se interpreta que el modelo  $(x_1, \dots, x_j, \dots, x_m)$  contiene a todas las variables, incluyendo a  $x_j$ . Por lo tanto, el modelo  $(x_1, \dots, x_m)$  contiene a todas las variables, exceptuando a  $x_j$ .

Cuando el medio de cálculo no puede proporcionarnos directamente a las F parciales, se pueden calcular a partir de la  $R^2$  de los modelos involucrados. Para este fin se emplea la siguiente expresión:

$$(1.17) \quad F_c = F(x_j/x_1, \dots, x_m) = (n-k) \frac{R^2(\text{todas}) - R^2(\text{todas} - x_j)}{1 - R^2(\text{todas})}$$

En donde  $R^2(\text{todas})$  es la  $R^2$  del modelo que incluye a todas las variables independientes, incluyendo a  $x_j$ . Del mismo modo,  $R^2(\text{todas} - x_j)$  representa a la  $R^2$  del modelo que incluye a todas las variables menos a  $x_j$ .

### 1.3.9 LA SELECCION DEL MODELO.

Tomando en consideración que la variable dependiente puede ser explicada en forma significativa por una, dos o más variables independientes, de este conjunto de modelos posibles, sólo tenemos interés en -- uno, el que mejor explique a la variable independiente. Se descartarán los modelos no significativos y se deberá escoger entre los modelos que no fueron eliminados, el modelo que mejor explique a la variable dependiente.

Debemos proponer algunos criterios que nos ayuden a eliminar modelos. Estos criterios se basan en -- probar las hipótesis estadísticas pertinentes. Además, proponemos un criterio ecológico, para descartar modelos que no estén de acuerdo con el marco teórico propuesto.

CRITERIO A Se toma en consideración la hipótesis A, probando por separado la significación -- de cada parámetro  $\beta$  del modelo propuesto. Criterio: Si se rechaza la  $H_0$  correspondiente, implica que el parámetro  $\beta$  involucrado es significativo.

Eliminamos del modelo la variable independiente cuyo parámetro  $\beta$ , se ha probado -- que es igual a cero, con un nivel de significación  $\alpha$ .

Eliminamos del modelo al parámetro  $\beta_0$ , si se prueba que es igual a cero, con un nivel de significación  $\alpha$ .

La utilidad del criterio A es el de probar la significación del parámetro  $\beta_0$ , ya que existe la posibilidad que un determinado parámetro o varios, no sean significativos en forma separada; pero que en conjunto sean significativos.

CRITERIO B Se toma en consideración a la hipótesis B y consiste en probar en conjunto la significación de los parámetros  $\beta_i$ , con  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ , de cada modelo propuesto. Se eliminan los modelos que  $F_t > F_c$ , o con el criterio equivalente  $R_{\min}^2 > R^2$ , con un nivel de significación  $\alpha$ .

CRITERIO C Se considera a la hipótesis C, consistiendo en probar si la adición de la variable independiente  $x_j$  al modelo que ya contiene a las demás variables, con la excepción de  $x_j$ , es significativo. Se elimina el modelo que incluye a  $x_j$ , si  $F_c < F_t$ , con un nivel de significación  $\alpha$ .

CRITERIO ECOLOGICO Los parámetros estimados  $\beta_i$  del modelo propuesto, deben tener la misma dirección - que lo previsto por el marco teórico. Se eliminan los modelos que no cumplan con lo indicado.

Los modelos que no se comporten de acuerdo con el marco teórico, serán eliminados por el criterio ecológico. Esta eliminación no es definitiva; se debe tener en cuenta, si cambia el marco teórico o si éste se hace más amplio.

#### PROCEDIMIENTO DE SELECCION:

- 1) A todos los modelos propuestos se les aplica el criterio B, con la intención de eliminarlos si no son significativos.
- 2) A los modelos que no fueron eliminados con el criterio B, se les aplica el criterio ecológico, con la intención de eliminar a los modelos que no estén de acuerdo con el marco teórico propuesto.
- 3) A los modelos que no fueron eliminados en los dos pasos anteriores, se les aplica el criterio C, con el objeto de eliminar los modelos con demasiadas variables.
- 4) Si más de un modelo no fue eliminado, elimine arbitrariamente todos los modelos con la excepción de uno. Deje el modelo que tenga la más alta  $R^2$ , o en su defecto, la más alta  $F_c$ . Los modelos eliminados en este paso deben de tenerse en cuenta, ya que son significativos. Puede optar por un modelo más sencillo, si su  $R^2$  o su  $F_c$  es ligeramente menor al modelo más significativo.
- 5) Al modelo que fue seleccionado, se le aplica el criterio A para probar la significancia del parámetro  $\beta_0$ . Si hay dificultad regrese al paso 4.

### 1.3.10 EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.

Para procesar los datos se empleó el siguiente equipo:

- o Una calculadora programable HP 41C con 319 registros de memoria.
- o La impresora 82143 A de Hewlett-Packard
- o La lectora de tarjetas magnéticas 82104 A de HP.

Se empleó el paquete estadístico de Hewlett--Packard (10). Se consideró que este medio de cálculos es suficiente para el procesamiento de la información.

En el caso de no tener éxito, se pensaba recurrir a la computadora, empleando el paquete estadístico SPSS STATISTICAL PACKAGE FOR SOCIAL SCIENCES. Ver a Nie (12).

Por último, se hace la aclaración que el procedimiento de selección propuesto para seleccionar el modelo y el cambio del estadístico  $F$  por el coeficiente de determinación  $R^2$  en las pruebas de hipótesis, se debe a las limitaciones de los medios de procesamiento empleados.

## 1.4 EL MARCO CONCEPTUAL DEL MODELO DE OPTIMIZACION.

Aparte de considerar al modelo de pronóstico de las ventas, que ayude al conducente a simular los posibles resultados de su empresa, mediante una combinación determinada de los factores que explican a dichas ventas, es conveniente agregar un modelo de optimización, que nos ayude a determinar los resultados más favorables de la empresa, en presencia de ciertas restricciones y bajo ciertas expectativas.

### 1.4.1 EL OBJETO DE ESTUDIO.

El objeto de estudio en esta parte de la investigación, es determinar la satisfacción o no, que tiene el conducente de la empresa al establecer sus metas que pueden ser contradictorias entre sí. Es decir, bajo cierto escenario y ciertas expectativas, determinar si se pueden cumplir las metas que tiene el conducente, mediante una simulación. El conducente si sabe las posibles consecuencias de sus decisiones, puede actuar en forma más racional.

Entre los objetivos que tiene una empresa de la iniciativa privada, es el de supervivencia. Quiere permanecer en su mercado y para lograr esto, tiene como meta principal a la obtención de utilidades. Bajo un clima de competencia y de escasos<sup>z</sup> de recursos, las empresas deben ser eficientes.

En nuestro caso, las preguntas que hace el conducente de la empresa, son las siguientes:

¿Cuáles son los volúmenes de ventas de los televisores de blanco y negro y de color, que optimizan a las utilidades de la empresa cuando está sujeta a ciertas restricciones?

¿La empresa puede alcanzar sus metas en presencia de estas restricciones?

Aparte de la meta de la utilidad, las empresas tienen otras metas las cuales se deben explicitar.

#### 1.4.2 LAS METAS DE LA EMPRESA

El conducente de la empresa no sólo persigue la optimización de las utilidades de la empresa. Además, -- tiene otras metas que como ya se dijo, pueden ser contradictorias. Perseguir y obtener una meta, puede significar no obtener otra meta. El conducente debe mencionar en forma explícita sus preferencias y si es posible, los pesos de penalización por no cumplirlas.

##### LA META DE LA UTILIDAD.

En este caso, la variable dependiente es la utilidad (o pérdida) y depende de la diferencia que existe entre dos variables independientes de las ventas realizadas por la empresa y de los costos que la empresa tiene al realizar dichas ventas. Las variables independientes generalmente se encuentran interrelacionadas entre sí. De donde:

$$UT = VEN - COS$$

$$(1.18)$$

Si el monto de las ventas VEN es mayor que los costos COS, entonces se dice que se tiene una utilidad UT positiva. Si los costos son mayores que las ventas, se incurre en una pérdida y UT tiene un valor negativo. Ver a Anthony (13). Si a la larga continúa la pérdida, el objetivo de supervivencia se encuentra en peligro.

Las empresas privadas, por su propia naturaleza, tienden a optimizar a sus utilidades. Es decir, hacer que la diferencia entre el monto de lo vendido y el monto de los costos sea mayor. Es en este esfuerzo en donde las empresas logran su eficiencia, contribuyendo a proporcionar bienes y servicios que requiere la sociedad. La función dada por la expresión (1.18), se desarrolla más ampliamente en el inciso 4.2, para el caso particular de la empresa estudiada.

LAS OTRAS METAS.

Al menos en el mundo capitalista, casi todos los conductores de las empresas privadas están de acuerdo en la meta de la utilidad, como el camino a seguir para lograr el objetivo de la supervivencia. En las demás posibles metas, no hay acuerdos tácitos. Esto depende de la mentalidad y filosofía que tengan los empresarios, --- de los fines que persiguen y la empresa puede ser sólo un medio. Nuestro propósito no es criticar los valores asociados a las metas, ni cuestionar la legitimidad de las mismas. Nuestro propósito es lograr una tecnología que ayude a los conductores a tomar mejores decisiones,

simulando escenarios en donde conceptualmente se pueda observar, la factibilidad de lograr dichas metas y encontrar los puntos críticos que existen. Esto es semejante a las herramientas cortantes del cirujano, pueden hacer daño si se usan intencionalmente mal.

El conducente de la empresa Zeta S.A. tiene como metas importantes las siguientes:

- o El obtener una determinada utilidad como mínimo.
- o El mantener cuando menos el nivel actual del empleo en su empresa.

El conducente está convencido que necesita un mínimo de utilidades, para mantener la confianza de los accionistas de la empresa, que esperan el pago de dividendos - como el pago por el riesgo de su patrimonio, ante otras alternativas. Además, necesita de la generación de utilidades como medio o posibilidad de crecimiento.

En un país como el nuestro, es necesario mantener y aumentar el nivel actual de los empleos. En una situación de conflicto entre optimizar a las utilidades y mantener el nivel de empleo, el conducente de la empresa Zeta, S.A. prefiere sacrificar utilidades y mantener el nivel de empleo, siempre y cuando no esté en peligro la supervivencia de su empresa.

En el inciso 4.7 se explicitan las metas y las restricciones que tiene la empresa Zeta, S.A.

## LAS RESTRICCIONES.

Existen limitaciones que afectan de alguna manera al logro de las metas del conducente. Es interesante investigar la posibilidad de éxito de cada una de las metas cuando la empresa está sujeta a ciertas restricciones.

### 1.4.3 LAS TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN EMPLEADAS.

Para obtener la optimización de una función objetivo sujeta a ciertas restricciones, lo normal es utilizar la técnica de la Programación Lineal, dentro de los métodos disponibles de la Investigación de Operaciones. Su limitación aparente es que sólo se optimiza una función objetivo. Es decir, se maximiza o se minimiza a una sola meta. ¿Qué hacer cuando se tiene más de una meta?

Un problema de optimización lineal planteado para resolverlo mediante la Programación Lineal, se presenta a continuación. Ver Taha página 160.

$$\max (\min) \quad x_0 = CX \quad (1.19)$$

sujeta a:

$$(A, I) = P_0$$

$$X \geq 0$$

Donde  $x_0$  es la función objetivo a maximizar (o a minimizar). En nuestro caso, sería un problema de maximización de las utilidades.  $C$  representa el vector

renglón  $(C_I, C_{II})$ , en donde  $C_I$  representa a los coeficientes de la función objetivo de la solución de inicio.  $X$  es la matriz de variables de decisión,  $A$  es la matriz de los coeficientes tecnológicos,  $P_0$  representa el vector columna de los recursos e  $I$  es la matriz identidad involucrada.

El problema planteado se puede escribir en forma tabular como:

$$\left[ \begin{array}{c|c|c} 1 & -C_I & -C_{II} \\ \hline 0 & A & I \end{array} \right] \begin{bmatrix} x_0 \\ X_I \\ X_{II} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ P_0 \end{bmatrix} \quad (1.20)$$

La expresión (1.20) representa a la solución de inicio. La solución matricial al problema es el siguiente:

$$\left[ \begin{array}{c|c|c} 1 & C_B B^{-1} A - C_I & C_B B^{-1} - C_{II} \\ \hline 0 & B^{-1} A & B^{-1} \end{array} \right] \begin{bmatrix} x_0 \\ X_I \\ X_{II} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_B B^{-1} P_0 \\ B^{-1} P_0 \end{bmatrix} \quad (1.21)$$

La solución que optimiza a la función objetivo  $x_0$ , será dada por las variables de decisión básicas y que su valor numérico está relacionado con la matriz  $B^{-1} P_0$ .

#### 1.4.4 EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.

Una vez que se tiene planteado el problema de optimización, el siguiente paso es resolverlo y para esto, hay necesidad de que se procesen los datos empleando los algoritmos de optimización escogidos de antemano y que se supone son adecuados.

En situaciones de problemas complejos, en donde existan muchas variables de decisión y bastantes restricciones, se recomienda el uso de la computadora y de algún paquete de Programación Lineal.

En nuestro caso, los problemas de optimización -- planteados tienen pocas variables y pocas restricciones. Nos resultó más práctico resolverlos en forma manual. Se empleó el Método Simplex y la técnica de la M ("big M"). Los detalles de las tablas simplex de los problemas de optimización, se presentan como anexos. Ver los anexos - 8, 9 y 10.

EL COMPORTAMIENTO DEL MERCADO

- 2.1 LA INTRODUCCION 36.
- 2.2 LA INFORMACION FUENTE 37.
- 2.3 LOS FABRICANTES QUE CONCURREN AL MERCADO 40.
- 2.4 EL CRECIMIENTO DEL MERCADO 42.
  - 2.4.1 El crecimiento del mercado de televisores 43.
  - 2.4.2 El crecimiento de las ventas del televisor de blanco y negro 50.
  - 2.4.3 El crecimiento de las ventas del televisor de color 55.

## 2.1 LA INTRODUCCION.

Este capítulo tiene como objetivo analizar el comportamiento del mercado de televisores en México. - Se pretende proporcionar un marco de referencia a nuestro objetivo de estudio. Así que, debemos contestar a la siguiente pregunta:

¿Sigue alguna tendencia de crecimiento el mercado de televisores en México?

Esta pregunta se formalizó a manera de hipótesis en la siguiente forma:

$H_{02}$  : El tiempo tomado como variable independiente, NO EXPLICA el crecimiento del Volumen de Ventas de los televisores en el mercado.

Además de probar esta hipótesis, nos interesa - identificar a las empresas que fabrican y venden televisores en México. Es decir, identificar a los ofertantes del mercado mencionado.

De lo anterior, se desprende que nuestro análisis del comportamiento del mercado tiene estos lineamientos.

Por lo expuesto, en base a la información publicada y en base a datos empíricos, determinaremos:

- 1) ¿Quiénes son los ofertantes en el mercado de televisores en México?
- 2) ¿Existe alguna tendencia de crecimiento en los Volúmenes de Venta de televisores en su conjunto?

Consideramos que en el futuro, debemos realizar más investigaciones que nos ayuden a comprender mejor - el comportamiento del mencionado mercado y que complementen nuestro conocimiento al respecto.

## 2.2 LA INFORMACION FUENTE.

Definimos que la investigación es indirecta,

cuando tomamos en consideración a las fuentes de información secundaria, tales como las publicadas en revistas y periódicos, por las cámaras y asociaciones, por las dependencias del Gobierno y por los particulares. - De lo anterior, se desprende que este tipo de investigación no hace experimentos o analiza directamente al consumidor, al usuario o al afectado. La información está dada y el investigador nada puede hacer al respecto. La investigación es del tipo EX POST FACTO.

Esta investigación emplea como fuente de información, a las publicaciones de la cámara de fabricantes de los aparatos electrónicos en México. Esta organización tiene el nombre oficial de Cámara Nacional de la Industria Electrónica y de Comunicaciones Eléctricas, - que en forma más compacta se le conoce como CANIECE.

Tomando en consideración la información citada, (Ver a CANIECE (16) y (17)) se tiene resumida en la tabla 2.1, las cifras de los Volúmenes de Venta de los televisores de blanco y negro y de los televisores de color, en el mercado nacional y de conformidad con la definición dada en la sección 1.3.2. Sumando dichos volúmenes de venta, se tiene las cifras de las unidades vendidas de los televisores en su conjunto. Se muestran los datos oficiales de CANIECE desde 1968 a la fecha.

TABLA 2.1

EL VOLUMEN DE VENTAS  
EN EL MERCADO  
DE TELEVISORES.

año	total	blanco y negro	color
1968	360,172	322,336	37,836
1969	403,368	360,208	43,160
1970	423,981	373,897	50,084
1971+	401,225	368,813	32,412
1972	444,377	401,930	42,447
1973	497,144	446,686	50,458
1974	530,225	472,368	57,857
1975	575,984	506,079	69,905
1976	687,331	589,819	97,512
1977+	691,146	592,901	98,245
1978	789,581	667,680	121,901
1979	914,822	758,296	156,526
1980	939,882	737,841	202,041
1981	992,595	736,898	255,697
1982			
1983+			
1984			
1985			
1986			

+ Primer año del sexenio del Gobierno en turno.

FUENTE: CANIECE (16) y (17).

### 2.3 LOS FABRICANTES QUE CONCURREN AL MERCADO.

Se tomaron en consideración únicamente a las empresas que fabrican y venden televisores en México y que se mencionan en las publicaciones de CANIECE (16), (17) y (18). En la tabla 2.2 se muestra esta información, tomándose en cuenta los años de 1976 y 1981.

De la tabla 2.2 se observa que en el año 1976, proporcionaron sus datos de venta de televisores de blanco y negro a CANIECE, la cantidad de 19 empresas. Para 1981 sólo 14 empresas proporcionaron esta información, de las cuales 11 empresas aparecen en ambos años. Algunas empresas decidieron dejar de fabricar los televisores, como es el caso de Corporación Mercantil de México, sin dejar la industria electrónica de entretenimiento. Otras empresas dejaron definitivamente el negocio de la electrónica, tal es el caso de NOVA, EMERSON, ELECTRONICA ABC y otras. Algunas empresas cambiaron de razón social y otras fueron compradas, como es el caso de Philco, Admiral y Construcciones Electrónicas, que las adquirió el Grupo Alfa.

De la misma tabla y para el televisor de color, se observa que en 1976 reportaron a CANIECE una cantidad de 9 empresas y se mantuvo la misma cantidad para 1981, de las cuales 7 reportaron en ambos años. Se observa que son las empresas con mayor poder financiero y de más penetración en el mercado.

Se ha identificado a los Ofertantes del mercado de televisores, requiriéndose una investigación para conocer sus características, tales como sus fortalezas y debilidades. Esto es motivo de otra investigación que complementa a la presente.

TABLA 2.2

LOS FABRICANTES QUE CONCURREN  
AL MERCADO DE TELEVISORES.

empresa	blanco y negro		color	
	1976	1981	1976	1981
ADMIRAL DE MEXICO	X	X	X	X
CONSTRUCCIONES ELECTRONICAS	X	X	X	X
DISTRIBUIDORA NACIONAL ELECTRONICA		X		X
ELECTRONICA CROSBY		X		
ELECTRONICA ZONDA	X	X		
ELEXTRA MEXICANA	X	X		
GENERAL ELECTRIC DE MEXICO	X	X	X	X
GRUPO K-2		X		
MANUFACTURERA ELECTRONICA SIM	X	X		X
NATIONAL MEXICANA	X	X		
PHILCO	X	X	X	X
PHILIPS MEXICANA	X	X	X	X
TELEFUNKEN MEXICANA	X	X	X	X
TELEVISION DEL D.F.	X	X	X	X
CORPORACION MERCANTIL DE MEXICO	X		X	
ELECTRONICA NOVA	X			
EMERSON DE MEXICO	X			
EQUIPOS TRANSISTORIZADOS	X			
RADIO UNIVERSAL	X			
SPY LINE	X			
ELECTRONICA A B C	X		X	
ELECTRONICA CONTINENTAL	X			

FUENTE: CANIECE (16), (17) y (18)

## 2.4 EL CRECIMIENTO DEL MERCADO.

En esta sección nos proponemos probar la hipótesis  $H_{02}$  para los televisores en su conjunto. Además, probar - la hipótesis para los televisores de blanco y negro y los televisores de color por separado. Queremos saber si el crecimiento del mercado sigue alguna tendencia y si se - puede relacionar con el tiempo. De donde, pretendemos estudiar al comportamiento del mercado en forma longitudinal, tomando al tiempo como variable independiente.

El crecimiento de un mercado puede ser explicado, entre otros factores, por el crecimiento natural de la - población. Al crecer ésta, crecen sus necesidades de diversión y de información. La televisión, entre otras cosas, satisface esta necesidad. Por lo que es natural que al crecer la población, crezca también la demanda de los televisores, hasta que no exista otro producto o sistema que lo substituya con ventajas reales.

Si tomamos a la población como variable intermedia, llegamos al tiempo como variable independiente. Trataremos de contestar a las siguientes preguntas:

¿El tiempo como variable independiente, explica el crecimiento del mercado?

¿Se manifiesta alguna tendencia en esto?

Analizaremos primero a los televisores en su conjunto; luego al televisor de blanco y negro y al televisor de color.

#### 2.4.1 EL CRECIMIENTO DEL MERCADO DE LOS TELEVISORES.

Para analizar el comportamiento del mercado de televisores en su conjunto, consideraremos los datos empíricos de la tabla 2.1, columna "total". Tomando en consideración el medio de procesamiento de los datos, se escogen como posibles modelos que pueden explicar al crecimiento del volumen de ventas de los televisores a:

- o El Lineal Simple.
- o El Exponencial.
- o El Logarítmico.
- o EL Geométrico.
- o El Polinómico de segundo orden.

Todos estos modelos fueron definidos en la sección 1.3.8. Se aplicará el procedimiento de selección dado en la sección 1.3.9, con la excepción del paso 3 debido a que se tiene una sola variable independiente, que es el tiempo. Se toman a las dos últimas cifras del año natural como dato del tiempo. Es decir, 68, 69, 70 etc., hasta el último año considerado.

Para medir la significancia de los modelos, se aplicarán los criterios dados en la sección 1.3.9. Con el objeto de probar a las hipótesis del tipo A y B, definidas en la sección 1.3.8. Así que, estaremos sometiendo a prueba a nuestra hipótesis nula  $H_0$ .

En el anexo 1 se muestran los resultados del procesamiento de los datos.

Al aplicar el primer paso del procedimiento de selección (criterio B), estamos sometiendo a prueba una hipótesis del tipo B.

Los resultados se muestran en la tabla 2.4, en donde se pueden comparar los coeficientes de determinación de cada modelo.

TABLA 2.3  
EL COEFICIENTE DE DETERMINACION  
DE LOS MODELOS DE REGRESION PROPUESTOS.  
EL MERCADO DE TELEVISORES.

Modelo	$R^2$	$R^2_{\min} +$
Lineal Simple	0.9420	0.4374
Exponencial	0.9737	0.4374
Logarítmico	0.9316	0.4374
Geométrico	0.9675	0.4374
Polinómico	0.9859	0.5673

+ Con un nivel de significación del 1%.

FUENTE: tabla 2.1 y anexo 1

El valor del coeficiente de determinación  $R^2$  de cada modelo, se obtuvo de las tablas del anexo 1 y el valor de  $R_{\min}^2$  se determinó empleando la expresión (1.13). Se tiene para los modelos de regresión de dos variables, los siguientes datos:  $n$  es igual a 14 y  $k$  vale 2. De donde los grados de libertad son  $(k-1)$  igual a 1 y  $(n-k)$  igual a 12. Consultando la tabla de la distribución  $F$ , se llega que la  $F_{12}^1$  es de 9.33, con un nivel de significación del 1%. Ver a Draper (11), página 307.

El valor de  $R_{\min}^2$  para el modelo polinómico se obtiene en la misma forma, con  $n$  igual a 14 y  $k$  igual a 3. La  $F_{11}^2$  tiene un valor de 7.21 para este caso.

De los datos de la tabla 2.3 se observa que para todos los casos  $R_i^2$  es mucho más grande que  $R_{\min}^2$ . De donde concluimos que de acuerdo con la evidencia presentada, todos los modelos son significativos con un riesgo del 1%. Así que, no es posible eliminar modelos en este paso.

Al aplicar el segundo paso del procedimiento de la selección, observamos que en todos los casos de los modelos de dos variables, el parámetro  $b$  es mayor de cero según se muestra en la tabla 2.4. Esto significa que al incrementarse el tiempo, aumenta el volumen de ventas de los televisores. De donde, no se puede eliminar ningún modelo de dos variables, ya que todos cumplen con el criterio ecológico.

Al aplicar el criterio ecológico al modelo polinómico, se observa que al incrementarse el tiempo en el rango de interés, predomina el sumando de la variable al cuadrado más el sumando constante. Los efectos son positivos con respecto al tiempo.

TABLA 2.4

LOS PARAMETROS DE LOS MODELOS PROPUESTOS.  
EL MERCADO DE TELEVISORES.

Modelo	a	b	c
Lineal Simple	-3,165,855.322	50,789.844	
Exponencial	1,277.182	0.08221	
Logarítmico	-15,564,856.10	3,755,303.02	
Geométrico	0.000002273	6.09433301	
Polinómico	13,807,830.14	-406,217.6	3,067.16455

Para interpretar los parámetros ver las expresiones (1.3) a (1.6).

FUENTE: tabla 2.1 y anexo 1

Como no fueron eliminados los modelos al aplicarles los pasos 1 y 2 del procedimiento de selección, les aplicaremos el paso 4 como único recurso de eliminación, ya que todos resultaron significativos. Consultando la tabla 2.3 observamos que el modelo con la más alta  $R^2$ , es el modelo de regresión Polinómico de segundo orden. Debido a que este modelo tiene otros grados de libertad que los modelos con dos variables, no es suficiente que tenga la  $R^2$  más grande. Debemos estimar las  $F_c$  involucradas, para aplicar el paso 4 correctamente y encontrar el modelo que explica mejor a la variable independiente.

La tabla 2.5 muestra las  $F_c$  de los modelos propuestos, llegándose a la conclusión: El modelo de regresión Exponencial es el más significativo, ya que tiene la  $P$  más alta.

TABLA 2.5

EL ESTADISTICO  $F_c$   
 DE LA HIPOTESIS TIPO B.  
 EL MERCADO DE TELEVISORES.

Modelo	$F_c$
Lineal Simple	194.90
Exponencial	444.27
Logarítmico	163.44
Geométrico	357.23
Polinómico	385.22

FUENTE: anexo 1 y expresión (1.12)

Por último, se aplicará el paso 5 del procedimiento de selección, con el propósito de probar si el parámetro - "a" del modelo Exponencial es significativo. Los cálculos correspondientes se presentan al final del anexo 1. Se empleó la estadística básica de dos variables y se transformaron las variables. Se obtuvo el logaritmo del parámetro "a" y el logaritmo de la variable dependiente, transformándose el modelo exponencial a un modelo lineal. Se tomó en cuenta a la expresión (1.9). Se estima un valor de - 24.6 para el estadístico t, mientras que se tiene un valor de 2.65 para el t de tablas, con 13 grados de libertad y un nivel de significación del 1%. Ver a Mode (19), página 348. Como se observa, t es mucho mayor que t de tablas ( $24.6 > 2.65$ ). Concluimos que el parámetro "a" sí ayuda a predecir a la variable dependiente.

De acuerdo con la evidencia presentada: los datos empíricos, el rechazo de las hipótesis nulas  $H_0$  de las hipótesis tipo A y B, por tener la más alta F estimada, concluimos que el modelo significativo, que más explica el crecimiento del volumen de venta de los televisores en el mercado, en su conjunto, es el modelo de regresión Exponencial. Es decir:

$$Y_t = (1,277.181918) e^{(0.082212716)t^+} \quad (2.1)$$

$$F = 444.27$$

$$t = 24.6$$

En donde  $Y_t$  es el volumen de venta de los televisores y  $t^+$  es el tiempo en años. La variable dependiente se mide en unidades y en la variable independiente se toman los dos últimos dígitos del año natural considerado.

Los modelos Polinómico y Lineal siguen siendo significativos y no se eliminan. Los tendremos presentes como modelos "rivales", con sus hipótesis respectivas. Este punto es de suma importancia en una investigación del tipo EX POST FACTO.

De acuerdo con lo anterior, hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis  $H_{02}$ , para el caso de los televisores en su conjunto.

Se eliminó como modelo rival al modelo Geométrico, debido a que su parámetro "a" es marginalmente cero. Ver la tabla 2.4 y la expresión (1.6).

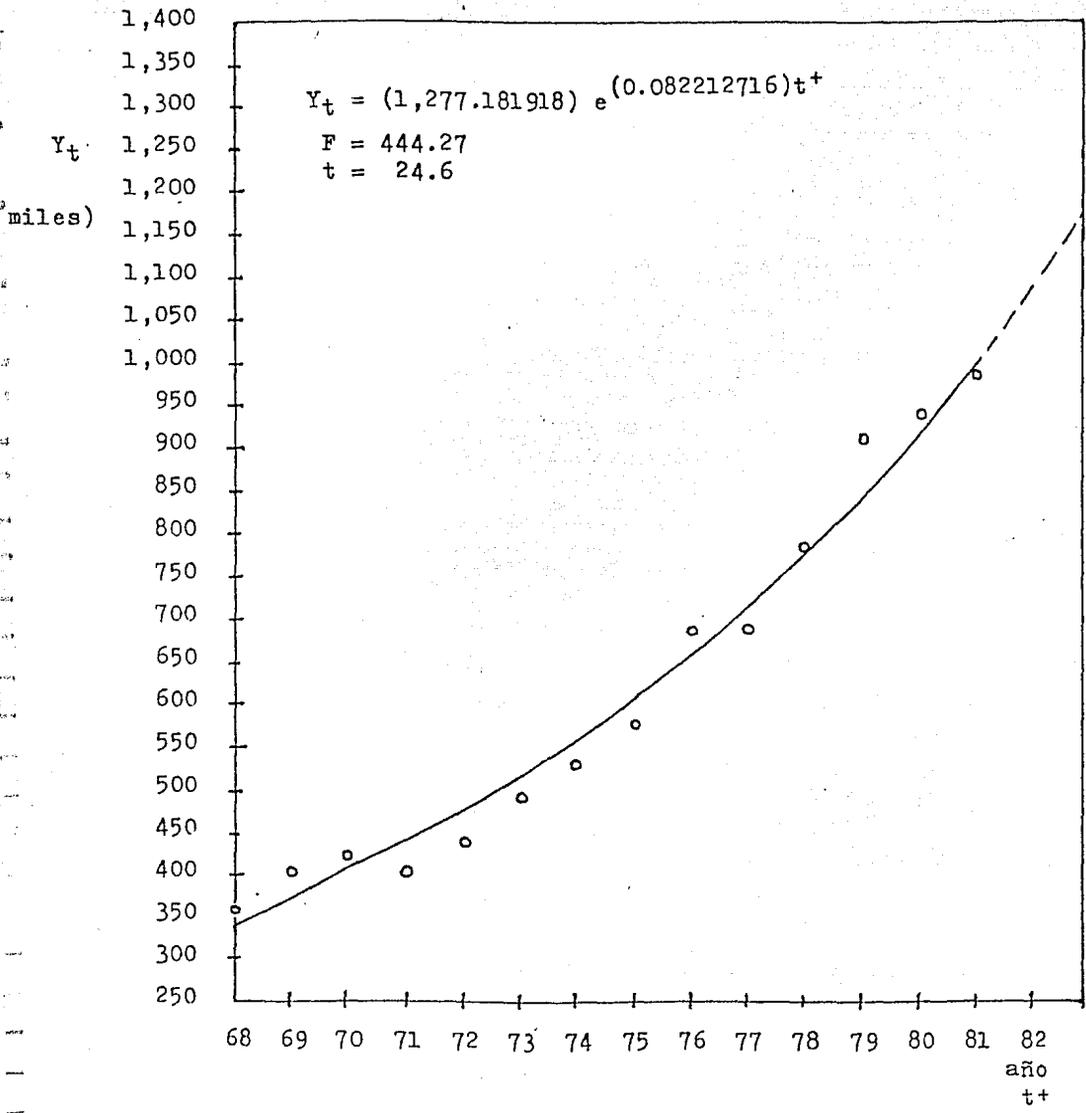


figura 2.1

EL VOLUEN DE VENTAS DE LOS TELEVISORES .  
EL MODELO EXPONENCIAL .

FUENTE: tabla 2.1 y expresión(2.1)

2.4.2 EL CRECIMIENTO DE LAS VENTAS DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO.

El comportamiento en el tiempo del mercado de televisores de blanco y negro, se obtiene en la misma forma - que el explicado en la sección 2.4.1.

En el anexo 2 se muestran los resultados del procesamiento de los datos correspondientes, según la tabla 2.1. Estamos probando una hipótesis del tipo B. En la tabla 2.6 se muestran los coeficientes de determinación de los modelos involucrados.

TABLA 2.6  
EL COEFICIENTE DE DETERMINACION  
DE LOS MODELOS PROPUESTOS.  
EL MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO.

Modelo	$R^2$	$R_{min}^2 +$
Lineal simple	0.95535	0.4374
Exponencial	0.97389	0.4374
Logarítmico	0.09638	0.4374
Geométrico	0.97438	0.4374
Polinómico	0.96643	0.5673

+ con un nivel de significación del 1 %.

FUENTE: tabla 2.1 y anexo 2.

Al aplicar el paso uno a los modelos, se tiene una  $R^2$  muy grande en comparación con  $R_{min}^2$ , con la excepción - del modelo Logarítmico. Este modelo se elimina por no ser significativo, ya que no se rechaza su hipótesis nula, -

con un riesgo del 1 %.

Al aplicar el criterio ecológico según el paso dos, tenemos que no eliminamos a ningún modelo. Ver la tabla - 2.7.

TABLA 2.7

LOS PARAMETROS DE LOS MODELOS PROPUESTOS.  
EL MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO.

modelo	a	b	c
Lineal Simple	-2,179,777.3	36,292.07473	
Exponencial	2,665.86157	0.070333344	
Geométrico	0.000083336	5.226044836	
Polinómico	3,865,174.702	-126,465.0481	1,092.32977

Para interpretar los parámetros de los modelos, ver las expresiones (1.3) a (1.6).

FUENTE: tabla 2.1 y anexo 2.

Al aplicar el paso cuatro del procedimiento de selección y de acuerdo con la tabla 2.8, se tiene que el modelo que más explica el volumen de ventas de los televisores de blanco y negro, es el modelo de regresión Geométrico, ya que tiene la más alta F estimada.

Falta probar la significación del parámetro  $\beta_0$  según el paso cinco. El cálculo del estadístico t no es necesario hacerlo, debido a que de acuerdo con la tabla 2.7 y el anexo 2, el valor del parámetro "a" es de 0.000083336, que para fines prácticos, se puede considerar cero. De la expresión (1.6) se tiene que el valor de "a" debe ser ma-

TABLA 2.8

EL ESTADISTICO  $F_c$   
DE LAS HIPOTESIS TIPO B.

EL MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO.

Modelo	$F_c$
Lineal Simple	256.77
Exponencial	447.68
Geométrico	456.37
Polinómico	148.61

FUENTE: anexo 2 y expresión (1.12)

yor de cero ( $a > 0$ ). Considerándose que el valor estimado de este parámetro no cumple con esta restricción, eliminamos este modelo.

Regresando al paso cuatro y de acuerdo con los datos de la tabla 2.8, el siguiente modelo que explica más a la variable dependiente, es el modelo Exponencial con una  $F$  estimada de 447.68. Consultando la tabla 2.7 tenemos que su parámetro "a" tiene un valor mucho mayor de -cero.

Pasando al paso 5 y sabiendo que el valor de  $t$  de tablas es de 2.65, con 13 grados de libertad y un nivel de significación del 1 %, el cálculo del valor estimado del estadístico  $t$ , se proporciona al final del anexo 2. Este valor fue estimado en 35.93, que es mucho mayor que el valor de 2.65 del  $t$  de tablas. Por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  de la hipótesis tipo A correspondiente. Se con-

cluye que el parámetro "a" del modelo exponencial considerado, sí ayuda a predecir a la variable dependiente.

De acuerdo con la evidencia presentada y el rechazo de las hipótesis nulas  $H_0$  de las hipótesis tipo A y B involucradas. Además, por tener una  $F_c$  más alta de los modelos no eliminados. Se considera que el modelo que más explica el crecimiento del volumen de venta de los televisores de blanco y negro, es el modelo de regresión Exponencial. Es decir:

$$Y_{BN} = (2,665.861570) e^{(0.070333344)t^+} \quad (2.2)$$

$$F = 447.68$$

$$t = 35.93$$

El modelo Lineal Simple se considera como un modelo "rival" al propuesto. Esto se debe tener siempre presente, ya que la investigación involucrada es del tipo EX POST FACTO.

De acuerdo con lo explicado, existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis  $H_{02}$ , para el caso de los televisores de blanco y negro, en el mercado en su conjunto.

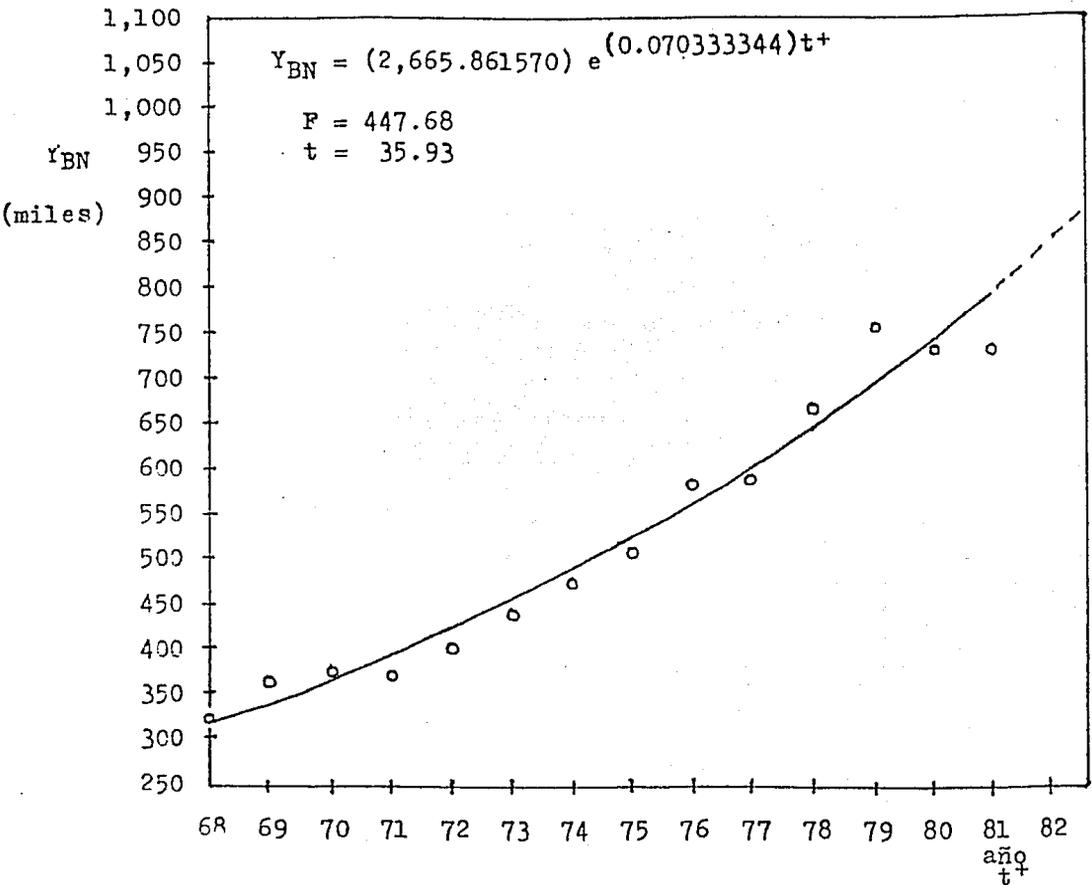


figura 2.2

EL VOLUMEN DE VENTAS DE LOS TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO.  
 EL MODELO EXPONENCIAL.

FUENTE: tabla 2.1 y expresión (2.2)

### 2.4.3 EL CRECIMIENTO DE LAS VENTAS DEL TELEVISOR DE COLOR

Para determinar el comportamiento del crecimiento del mercado del televisor de color, procederemos en la misma forma que en los casos del televisor en su conjunto y del televisor de blanco y negro.

En el anexo 3 se muestran los resultados del procesamiento de los datos del volumen de ventas del televisor de color, según la tabla 2.1.

En la tabla 2.9 se tienen los coeficientes de determinación de los modelos propuestos. Se aumenta el modelo Polinómico de tercer orden, ya que resulta bastante signi-

TABLA 2.9

EL COEFICIENTE DE DETERMINACION  
DE LOS MODELOS DE REGRESION PROPUESTOS  
EN EL MERCADO DE TELEVISORES DE COLOR.

modelo	$R^2$	$R_{\min}^2 +$
Lineal Simple	0.79117	0.4374
Exponencial	0.90023	0.4374
Logarítmico	0.77243	0.4374
Geométrico	0.88803	0.4374
Polinómico (2 <sup>o</sup> orden)	0.97909	0.5673
Polinómico (3 <sup>er</sup> orden)	0.99195	0.6627

+ con un nivel de significancia del 1 %

FUENTE: tabla 2.1 y anexo 3

ficativo.

De los modelos de la tabla 2.9 se tiene que las  $R^2$  son más altas que las  $R_{\min}^2$ . Así que, al aplicar el primer-paso, no se elimina ningún modelo.

TABLA 2.10

LOS PARAMETROS DE LOS MODELOS PROPUESTOS.  
EL MERCADO DE TELEVISORES DE COLOR.

modelo	a	b	c	d
Lineal Simple	-986,078.0220	14,497.76923		
Exponencial	1.165195099	0.148810550		
Logarítmico	-4,495,596.43	1,065,038.14		
Geométrico	$2.0801 \times 10^{-16}$	10.98737224		
Polinómico (2º)	9,942,645.54	-279,752.318	1,974.833001	
Polinómico (3º)	-54,041,405.56	2,305,780.443	-32,790.36869	155.5463658

Para interpretar los parámetros de los modelos, ver las expresiones (1.3) a (1.6)

FUENTE: tabla 2.1 y anexo 3

Al aplicar el segundo paso y de acuerdo con los resultados de la tabla 2.10, no se elimina ningún modelo según el criterio ecológico. Por las mismas razones dadas en las secciones 2.4.1 y 2.4.2, se elimina el modelo Geométrico. Ver el valor numérico del parámetro "a" de este modelo, en la tabla 2.10.

Aplicando el cuarto paso y de acuerdo con la tabla 2.11, se tiene que el modelo que explica más al volumen de

ventas de los televisores de color, es el modelo de regresión Polinómico de tercer grado, ya que tiene la F estimada más alta.

TABLA 2.11

EL ESTADISTICO  $F_c$   
DE LAS HIPOTESIS TIPO B.

EL MERCADO DE TELEVISORES DE COLOR.

modelo	$F_c$
Lineal Simple	45.46
Exponencial	108.28
Logarítmico	40.72
Polinómico (2º orden)	257.58
Polinómico (3 <sup>er</sup> orden)	410.81

FUENTE: anexo 3 y expresión (1.12)

De acuerdo a la evidencia presentada y a las pruebas realizadas, se considera que el modelo Polinómico de tercer grado, es el modelo que más explica a las unidades vendidas del televisor de color, en su mercado. De donde:

$$Y_c = -(54,041,405.56) + (2,305,780.443)t - (32,790.36869)t^2 + (155.5463658)t^3 ; t = t^+ \quad (2.3)$$

$$F = 410.81$$

En donde  $Y_c$  es el volumen de ventas del televisor de color en su mercado y  $t^+$  es el tiempo medido en años, tomándose los dos últimos dígitos.

En la figura 2.3 se muestra gráficamente a la expresión (2.3). Se nota que tiene una mayor demanda este televisor en los últimos años.

El modelo "rival" más importante es el Polinómico de segundo orden y hay que tenerlo presente.

De acuerdo a lo presentado, existe suficiente evidencia para rechazar a la hipótesis  $H_{02}$ , para el caso de los televisores de color en su conjunto, con un riesgo del 1 %.

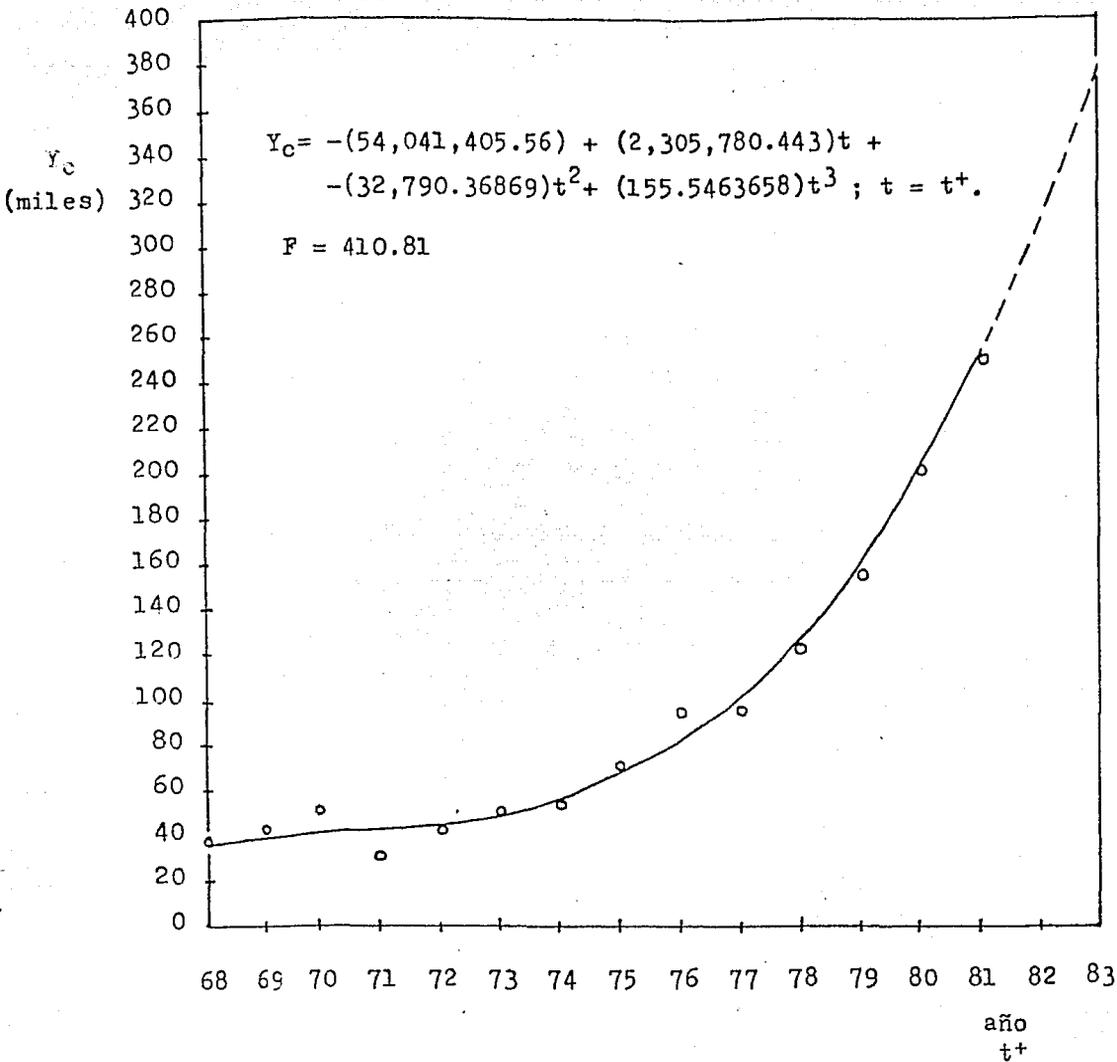


figura 2.3

EL VOLUMEN DE VENTAS DE LOS TELEVISORES DE COLOR.  
EL MODELO POLINOMIAL DE TERCER GRADO .

FUENTE: tabla 2.1 y expresión (2.3)

LA EMPRESA Y SU MEDIO AMBIENTE

- 3.1 LA INTRODUCCION 61.
- 3.2 LOS DATOS HISTORICOS 64.
- 3.3 LA EXPLICACION DE LAS VENTAS 66.
  - 3.3.1 Las ventas del televisor de blanco y negro 68.
  - 3.3.2 Las ventas del televisor de color 76.
- 3.4 LOS GASTOS DE OPERACION 83.

### 3.2 LA INTRODUCCION.

En el presente estudio se ha tomado como prototipo a una empresa que sin ser líder, ocupa uno de los diez primeros lugares en la participación de su mercado. Los datos históricos utilizados en este capítulo, pertenecen a una empresa privada que tiene interés en utilizar los resultados del estudio. Se nos pidió que se omitiera la razón social de la citada empresa.

La empresa que llamaremos "Zeta, S.A." se fundó en la década de los años sesenta y tiene una participación nacional de 51 %. Se dedica a la fabricación de televisores y de otros productos, que no son importantes, omitiénd-

dose estos últimos del estudio.

El propósito de este capítulo es evidenciar la respuesta a la pregunta formulada en la sección 1.3.1 y que nos permitimos reproducir:

¿Qué factores explican las ventas de la empresa?

Se toma como variable independiente al volumen de ventas de los televisores de blanco y negro, o en su defecto, al volumen de ventas de los televisores de color, según sea el caso. Ver la sección 1.3.2.

Las variables independientes que se propusieron en el marco teórico, son las siguientes:

- o El PRECIO del televisor.
- o El producto SUSTITUTO.
- o La PUBLICIDAD empleada.
- o La POBLACION económicamente activa.

Estas variables fueron definidas en la sección 1.3.3 y se interrelacionaron conceptualmente en la sección 1.3.4., proponiéndose la siguiente construcción hipotética, que se reproduce para la comodidad del lector:

$$y_a = f(P_a, y_b, PUB_a, POB) \quad (1.1)$$

Tomándose el supuesto de que la influencia de las variables independientes es aditiva, se propuso el modelo de regresión LINEAL MULTIPLE. Reproduciendo la expresión (1.2), tenemos:

$$y_a = \beta_0 + \beta_1 P_a + \beta_2 y_b + \beta_3 P_{UB_a} + \beta_4 P_{OB} \quad (1.2)$$

Nuestro problema consiste en determinar los parámetros de este modelo y determinar si son significativos en su conjunto. Se someterán a prueba las hipótesis del tipo A y B, utilizándose los criterios señalados en la sección 1.3.9. Además, se aplicará el procedimiento de selección del modelo, explicado en la misma sección. El modelo debe tener el mínimo de variables y para esto, se aplicará el paso 3 del procedimiento citado.

Para contestar a la pregunta formulada, se debe de someter a prueba a la hipótesis  $H_{01}$ , formulada en la sección 1.3.6. Reproduciéndola tenemos:

---

$H_{01}$ : Una o más variables independientes actuando en conjunto, tales como el precio de venta de un televisor de blanco y negro (color), el volumen de venta de un bien sustituto como el televisor de color (blanco y negro), el gasto en publicidad y el crecimiento de la población económicamente activa, NO AFECTAN significativamente al volumen de ventas del televisor de blanco y negro (color) de la empresa.

---

Se emplearán datos históricos que sean relevantes para la prueba de la hipótesis  $H_{01}$ . Obsérvese que la empresa no tiene control al menos de una variable independiente, tal como la población económicamente activa. A esto le llamamos medio ambiente.

### 3.2 LOS DATOS HISTORICOS.

En el anexo 4 se tienen en detalle los datos relevantes de la empresa, en relación con la prueba de la hipótesis  $H_{01}$ . En las tablas 3.1 y 3.2 se presenta en forma resumida esta información. En la primera tabla se tienen los datos históricos requeridos y en relación con los televisores de blanco y negro. En la segunda tabla se presentan los datos en relación a los televisores de color. Esto de acuerdo con el marco teórico y con la hipótesis que queremos probar.

TABLA 3.1  
 LOS DATOS HISTORICOS (RESUMEN)  
 DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO  
 ZETA, S.A.

Año	Unidades EN	Población POB	Precio P <sub>b</sub>	Unidades COL	Publicidad PUB <sub>b</sub>
1977	72.94	17.70	2.67	17.90	10.51
1978	68.87	18.42	3.35	27.60	11.70
1979	58.08	19.17	3.92	26.00	11.44
1980	59.92	19.95	4.47	35.00	13.50
1981	60.10	20.58+	5.73	38.90	17.20

+ valor estimado

FUENTE: el anexo 4 y el cuadro 1.7 de NAFINSA (20)  
 COL=el volumen de ventas del producto sustituto.

TABLA 3.2.

LOS DATOS HISTORICOS (RESUMEN)  
DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO  
ZETA, S.A.

Año	Unidades COL	Población POB	Precio P <sub>c</sub>	Unidades BN	Publicidad PUB <sub>c</sub>
1977	17.90	17.70	4.88	72.94	3.01
1978	27.60	18.42	6.40	68.87	8.83
1979	26.00	19.17	7.74	58.08	9.93
1980	35.00	19.95	9.30	59.92	16.75
1981	38.90	20.58+	11.94	60.10	23.63

+ valor estimado

BN= el volumen de ventas del producto sustituto

FUENTE: el anexo 4 y el cuadro 1.7 de NAFINSA (20

De acuerdo con la definición de las variables dada en las secciones 1.3.2 y 1.3.3, tenemos como recordatorio que:

BN = el volumen de ventas del televisor de blanco y negro en miles de unidades, por parte de la empresa y en el mercado nacional.

COL = el volumen de ventas del televisor de color en miles de unidades, por parte de la empresa y - en el mercado nacional.

POB = la población económicamente activa nacional en millones de personas.

P<sub>b</sub> = el precio ponderado de un televisor de blanco y negro en miles de pesos. Ver anexo 4.

P<sub>c</sub> = el precio ponderado de un televisor de color en miles de pesos. Ver anexo 4.

PUB<sub>b</sub> = el gasto en publicidad dedicado en promover al televisor de B&N en millones de pesos.

PUB<sub>c</sub> = el gasto en publicidad dedicado en promover al televisor de color en millones de pesos.

El precio ponderado de venta  $P_b$  se determina del cociente que resulta de dividir a las ventas anuales - totales del televisor de blanco y negro, entre las unidades vendidas de este televisor en el año considerado. El precio ponderado  $P_c$  se calcula en la misma forma, - considerando las ventas anuales totales del televisor de color y las unidades vendidas de este producto.

A partir de las tablas del anexo 4, se presentan en la tabla 3.3 los datos de las ventas y los gastos - de operación de la empresa Zeta, S.A. Esta información se utilizará más adelante.

TABLA 3.3

LAS VENTAS Y LOS GASTOS DE OPERACION  
ZETA, S.A.

AÑO	Ventas	Operación
1977	281.47	45.03
1978	410.56	61.58
1979	427.30	68.37
1980	604.94	90.74
1981	816.46	130.63

FUENTE: anexo 4

### 3.3 LA EXPLICACION DE LAS VENTAS.

Esta sección tiene el propósito de encontrar una explicación de las ventas realizadas por la empresa Zeta, S.A. Se cuenta con un marco teórico y se trata de - probar la hipótesis  $H_{01}$ .

Debido a que contamos con la información de la empresa por 5 años consecutivos, existe una limitación desde el punto de vista estadístico. El número de variables que pueden entrar al modelo propuesto, está condicionado a que se cumpla la expresión 1.14; Para n igual a 5 datos pueden entrar al modelo hasta 3 variables independientes.

En la tabla 3.4 se proporcionan los valores de F de tablas, para (k-1) y (n-k) grados de libertad y con un nivel de significación del 5 %. Este nivel fue adoptado como riesgo para el caso de la empresa. Empleando la expresión (1.13) se determinaron los valores de  $R_{min}^2$ , que se utilizarán en las pruebas de hipótesis del tipo B involucradas.

TABLA 3.4

LOS COEFICIENTES DE DETERMINACION  $R_{min}^2$  EN FUNCION DE (k-1) VARIABLES INDEPENDIENTES.

Con el número de datos n igual a 5

k	(k-1)	(n-k)	$F_t +$	$R_{min}^2 +$
2	1	3	10.13	0.771520
3	2	2	19.00	0.950000
4	3	1	215.70	0.998452

+ con un nivel de significación del 5 %

FUENTE: las expresiones (1.13) y (1.14) y Draper (11) página 306.

En las pruebas se empleará a  $R_{min}^2$  en lugar de la F de tablas, recuérdese que se tiene esta limitación del

medio de procesamiento empleado. Para que los parámetros  $\beta_i$  sean significativos en conjunto, se requiere que el coeficiente de determinación  $R^2$  calculado sea mayor de 0.771520 para el caso de una variable independiente ( $i=1$ ). Para dos variables independientes se requiere que  $R^2$  sea mayor que 0.950000 ( $i=1,2$ ). En el caso de tres variables independientes ( $i=1,2$  y  $3$ ), el valor de  $R^2$  debe ser más grande que - 0.998452.

### 3.3.1 LAS VENTAS DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO.

En esta sección se determinará el modelo de regresión más significativo, si es que existe y que explique mejor el comportamiento del volumen de ventas de la empresa Zeta, S.A.

En el anexo 5 se tienen los resultados del procesamiento de los datos de la tabla 3.1. Se presentan las regresiones múltiples de los modelos propuestos. En la tabla 3.5 se proporcionan los coeficientes de determinación para cada modelo, con el objeto de aplicar el primer paso del procedimiento de selección ya mencionado.

Al aplicar el primer paso y de acuerdo con los datos de la tabla 3.5, resulta que sólo en 3 modelos la  $R^2$  es mayor que la  $R_{\min}^2$ . Estos modelos que no fueron eliminados, ya que se rechazó la  $H_0$  de sus hipótesis tipo B - involucradas, son los siguientes:

$$BN = f(P_b, PUB_b) \quad (3.1)$$

$$BN = f(POB, P_b, PUB_b) \quad (3.2)$$

$$BN = f(P_b, COL, PUB_b) \quad (3.3)$$

TABLA 3.5

EL COEFICIENTE DE DETERMINACION  
DE LOS MODELOS DE REGRESION PROPUESTOS.

LA EXPLICACION DE LAS VENTAS DE ZETA, S.A.  
DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO.

modelo	$R^2$	$R_{\min}^2 +$
BN=f(POB)	0.715401068	0.771520
(P <sub>b</sub> )	0.585851154	0.771520
(COL)	0.501074752	0.771520
(PUB <sub>b</sub> )	0.297661135	0.771520
BN=f(POB, P <sub>b</sub> )	0.807844041	0.950000
(POB, COL)	0.822036818	0.950000
(POB, PUB <sub>b</sub> )	0.938532152	0.950000
(COL, PUB <sub>b</sub> )	0.553509676	0.950000
(P <sub>b</sub> , COL)	0.587269400	0.950000
(P <sub>b</sub> , PUB <sub>b</sub> )	<u>0.998525698</u>	0.950000
BN=f(POB, P <sub>b</sub> , COL)	0.890970231	0.998452
(POB, P <sub>b</sub> , PUB <sub>b</sub> )	<u>0.999372998</u>	0.998452
(POB, COL, PUB <sub>b</sub> )	<u>0.960928496</u>	0.998452
(P <sub>b</sub> , COL, PUB <sub>b</sub> )	<u>0.998535842</u>	0.998452

+ con un nivel de significación del 5 %.

FUENTE: anexo 5 y tabla 3.4

Obsérvese que de 14 modelos propuestos, se eliminaron 11 modelos por no ser significativos, con un riesgo del 5 %, al aplicarse el paso 1 del procedimiento citado.

En la tabla 3.6 se proporcionan los valores numéricos, de los parámetros de los modelos no eliminados. Se aplicará el criterio ecológico mediante el paso dos.

Conviene recordar nuestro marco teórico dado en la sección 1.3.4, antes de aplicar el criterio ecológico. - Los factores probables que pueden explicar al comportamiento del volumen de ventas de un televisor de blanco y negro por parte de la empresa Zeta S.A., son a manera de recordatorio, los siguientes:

- 1) Al aumentar el precio de venta de un televisor, - se espera que disminuya su cantidad demandada.
- 2) A mayor venta de un producto sustituto tal como un televisor de color, menor será la cantidad demandada de televisores de blanco y negro.
- 3) A medida que aumente el gasto en publicidad para promover un televisor de blanco y negro, se espera que aumente su cantidad demandada.
- 4) A medida que aumente la población económicamente activa, aumenta el consumo de televisores.

En los cuatro constructos anteriores, se considera el precio de venta de un televisor  $P_b$ , el volumen de venta del producto sustituto COL, el gasto en publicidad  $PUE_b$  y la población económicamente activa POB, que influyen en forma independiente en el comportamiento del volumen de venta del televisor de blanco y negro, cuando otros factores relevantes permanecen constantes. Hablamos de las ventas en unidades realizadas por una empresa. También se dijo que la influencia de estos factores puede influir en forma conjunta. Esta es la hipótesis bajo prueba.

Los tres modelos que resultaron significativos al aplicar el paso uno del procedimiento de selección, nos dicen que las variables como el precio  $P_b$ , la población  $POB$ , el producto sustituto  $COL$  y la publicidad  $PUB_b$ , explican en forma significativa el volumen de ventas del televisor de blanco y negro de la empresa Zeta S.A., cuando actúan en forma conjunta. Todos los modelos en donde estas variables actuaban por separado, resultaron eliminados por no ser significativos.

Cuando actúan en forma conjunta el precio de venta  $P_b$  y la publicidad  $PUB_b$ , se pueden explicar las unidades de venta del televisor. Además, si actúan en conjunto la población  $POB$ , el producto sustituto  $COL$  y la publicidad  $PUB_b$ , también es posible llegar a una explicación de dichas ventas; pero una combinación del precio  $P_b$ , el producto sustituto  $COL$  y la publicidad  $PUB_b$ , también pueden explicar a las ventas. El criterio ecológico nos servirá para seguir eliminando modelos.

TABLA 3.6

LOS PARÁMETROS ESTIMADOS  
DE LOS MODELOS NO ELIMINADOS (PASO 1).  
EL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO  
ZETA, S.A.

Modelo	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}(P_b)$	$\hat{\beta}(PUB_b)$	$\hat{\beta}(POB)$	$\hat{\beta}(COL)$
$(P_b, PUB_b)$	59.098	-16.171	5.441		
$(POB, P_b, PUB_b)$	77.265	-14.589	5.198	-1.126	
$(P_b, COL, PUB_b)$	59.109	-16.125	5.442		-0.008

FUENTE: Anexo 5.

En la tabla 3.6 se presentan los parámetros estimados de los modelos no eliminados en el paso 1. Se han arreglado los datos para tener en una misma columna, los valores numéricos de las  $\beta$  estimadas para la misma variable independiente en cada diferente modelo. Los valores numéricos que se encuentran en la primera columna, corresponden a  $\beta_0$  y se observa que son del mismo orden.

Los coeficientes del precio  $P_D$  son en los tres casos negativos y muy semejantes entre sí. Al aumentar el precio  $P_D$ , disminuye el volumen de ventas del televisor, cuando otros factores permanecen constantes. Esto está de acuerdo con lo previsto en el marco teórico.

Los coeficientes de la publicidad  $PUB_D$  son todos positivos y muy semejantes entre sí. Cuando aumenta el gasto de publicidad, aumenta el volumen de ventas del televisor, con otros factores relevantes constantes. Esto también está de acuerdo con el marco teórico.

En el modelo  $(P_D, COL, PUB_D)$  se tiene que el coeficiente del producto sustituto es negativo. Indicando con esto, que al aumentar la demanda de televisores de color, disminuye la cantidad demandada del televisor de blanco y negro.

En el modelo  $(POB, P_D, PUB_D)$  el coeficiente de la población económicamente activa es negativo. Al aumentar la población, disminuye el volumen de ventas del televisor. Esto no concuerda con lo mencionado en el marco teórico. Consideramos que es mejor eliminar este modelo, ya que al menos las variaciones de una variable, no concuerdan con lo previsto por la teoría. Recuérdese que lo que tratamos es de probar nuestro marco teórico.

Para determinar cuál de los dos modelos es el más adecuado, hay que emplear el paso 3 del procedimiento de selección y mediante las  $F$  parciales, determinar si las variables contribuyen a predecir a la variable dependiente. Se trata de aplicar el criterio  $C$  y por lo tanto, de probar una o más hipótesis del tipo  $C$ .

Consideremos un ejemplo. Tomemos el modelo que no fue eliminado en los pasos uno y dos. Escojamos al modelo  $(P_b, COL, PUB_b)$  que es el más completo y pongamos en duda la contribución de la variable precio  $P_b$ , como predictor del comportamiento del volumen de ventas. La hipótesis  $C$  será entonces para este caso:

$H_0$ : La adición de  $P_b$  al modelo que ya contiene a las variables  $COL$  y  $PUB_b$ , NO mejora significativamente a la predicción del volumen de ventas, del televisor de blanco y negro de la empresa Zeta S.A.

Para probar esta hipótesis necesitamos calcular la  $F$  parcial; pero el medio de cálculo disponible no nos proporciona esta información y solo estima todas las  $R^2$  involucradas. Empleando la expresión (1.17) es posible obtener dicha  $F$  parcial a partir de las  $R^2$ .

Para este ejemplo  $n$  es igual a 5 y  $k$  es igual a 4, considerándose el modelo más completo. De donde,  $(n-k)$  es igual a uno. Por otra parte, consultando la tabla 3.5 se tiene que  $R^2(P_b, COL, PUB_b)$  es igual a 0.998535842 y para el modelo  $(COL, PUB_b)$  la  $R^2$  es 0.553509676. Substituyendo en la expresión (1.17) resulta que:

$$F_c = F(P_b/COL, PUB_b) = (5-4) \frac{0.998535842 - 0.553509676}{1 - 0.998535842}$$

$$= 303.95 \quad (3.4)$$

Por otra parte, la F de tablas para (1) y (n-k) grados de libertad y un nivel de significación del 5 %, tiene un valor numérico de 161.4. Ver Draper (11).

Procediendo en la misma forma, se llega a los datos de la tabla 3.7, en donde se prueban las hipótesis - tipo C involucradas.

TABLA 3.7

EL MODELO  $BN = f(P_b, COL, PUB_b)$   
 EL RESULTADO DE PROBAR LAS HIPOTESIS TIPO C.  
 EL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO.  
 ZETA, S.A.

Variable que se adiciona	Variabes en el modelo	$F_c$	$F_t$	Resultado
$P_b$	COL, $PUB_b$	303.95	161.4	se rechaza $H_0$ .
$PUB_b$	$P_b$ , COL	280.89	161.4	se rechaza $H_0$ .
COL	$P_b$ , $PUB_b$	0.007	161.4	no contribuye significativamente a predecir.

FUENTES: tabla 3.5, expresión (1.17) y Draper (11) página 306.

La adición del precio  $P_b$  al modelo que ya contiene a COL y a  $PUB_b$  es significativa; sí ayuda a explicar a la variable dependiente, con un riesgo del 5 %.

De acuerdo a la evidencia presentada y con un riesgo del 5 %, se concluye que el modelo que mejor ayuda a explicar el comportamiento del volumen de ventas del televisor de blanco y negro, de la empresa Zeta, S.A., es el modelo:

$$BN = f(P_b, PUB'_b) \quad (3.1)$$

Este modelo escrito en forma funcional y de acuerdo con los parámetros del modelo, según el anexo 5 tenemos:

$$y_b = BN = (59.09761961) - (16.17103940)P_b + (5.440662555)PUB_b$$
$$F = 677.29 \quad (3.5)$$

En donde  $y_b$  es el volumen de ventas del televisor de blanco y negro, vendido por la empresa Zeta S.A., en miles de unidades. El precio de venta  $P_b$  del televisor de blanco y negro está dado en miles de pesos y el gasto en publicidad  $PUB_b$  dedicado a promover el televisor de blanco y negro, en millones de pesos anuales. El período de tiempo involucrado es de un año natural.

De acuerdo a la evidencia presentada, se rechaza la hipótesis  $H_{01}$  con un nivel de significación del 5 %.

Finalmente, contestamos a la pregunta inicialmente formulada, diciendo que en forma significativa y de acuerdo con los datos presentados, que los factores que explican a las ventas de televisores de blanco y negro, realizadas por la empresa Zeta, S.A., son el precio del televisor y la publicidad empleada por la empresa en promover dicho producto, con un riesgo del 5 % involucrado.

### 3.3.2 LAS VENTAS DEL TELEVISOR DE COLOR.

Procediendo en la misma forma que en la sección anterior, esta sección tiene el propósito de determinar si existe un modelo que explique el comportamiento de las unidades vendidas del televisor de color, por parte de la empresa Zeta, S.A. Nos interesa que este modelo sea significativo y el que mejor explique dicho comportamiento.

En el anexo 6 se muestran los resultados del procesamiento de los datos de la tabla 3.2, mediante el cálculo de los parámetros de los modelos de regresión múltiple que se propusieron. Se resumen los coeficientes de determinación calculados para cada modelo propuesto en la tabla 3.8.

Al aplicar el primer paso y de acuerdo con los datos de la tabla 3.8, de 14 modelos propuestos se eliminan 7 modelos, quedando 6 modelos que son significativos y un modelo que marginalmente no podemos eliminar, ya que el método de cálculo empleado, puede no ser confiable a par-

TABLA 3.8

EL COEFICIENTE DE DETERMINACION  
DE LOS MODELOS DE REGRESION PROPUESTOS.  
LA EXPLICACION DE LAS VENTAS DE ZETA S.A.  
DEL TELEVISOR DE COLOR.

modelo	$R^2$	$R_{\min}^2 +$
COL=f(POB)	<u>0.908959045</u>	0.771520
(P <sub>C</sub> )	<u>0.899410796</u>	0.771520
(BN)	<u>0.501074504</u>	0.771520
(PUB <sub>C</sub> )	<u>0.953834535</u>	0.771520
COL=f(POB, P <sub>C</sub> )	0.911689787	0.950000
(POB, BN)	0.943070282	0.950000
(POB, PUB <sub>C</sub> )	<u>0.953853972</u>	0.950000
(BN, PUB <sub>C</sub> )	<u>0.954019370</u>	0.950000
(P <sub>C</sub> , BN)	0.900862677	0.950000
(P <sub>C</sub> , PUB <sub>C</sub> )	<u>0.975098860</u>	0.950000
COL=f(POB, P <sub>C</sub> , BN)	0.952884698	0.998452
(POB, P <sub>C</sub> , PUB <sub>C</sub> )	0.991343874	0.998452
(POB, BN, PUB <sub>C</sub> )	0.954962498	0.998452
(P <sub>C</sub> , BN, PUB <sub>C</sub> )	0.998405884	0.998452

+ con un nivel de significación del 5 %

FUENTE: anexo 6 y tabla 3.4

tir de la quinta cifra decimal. Los modelos en donde se rechazó la H<sub>0</sub> de sus hipótesis tipo B, son:

$$COL = f(POB) \quad (3.6)$$

$$(P_C) \quad (3.7)$$

$$(PUB_C) \quad (3.8)$$

$$(POB, PUB_C) \quad (3.9)$$

$$(BN, PUB_C) \quad (3.10)$$

$$(P_C, PUB_C) \quad (3.11)$$

Se agrega el siguiente modelo no olvidando que se encuentra marginalmente eliminado:

$$\text{COL} = f(P_c, \text{BN}, \text{PUB}_c) \quad (3.12)$$

TABLA 3.9

LOS PARAMETROS ESTIMADOS  
DE LOS MODELOS NO ELIMINADOS (PASO 1).  
EL TELEVISOR DE COLOR.  
ZETA, S.A.

Modelo	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}(P_c)$	$\hat{\beta}(\text{PUB}_c)$	$\hat{\beta}(\text{POB})$	$\hat{\beta}(\text{BN})$
(POB)	-100.638			6.769	
( $P_c$ )	6.081	2.856			
( $\text{PUB}_c$ )	16.559		1.007		
(POB, $\text{PUB}_c$ )	14.098		0.987	0.141	
(BN, $\text{PUB}_c$ )	18.297		0.993		-0.0244
( $P_c$ , $\text{PUB}_c$ )	29.148	-3.284	2.122		
( $P_c$ , BN, $\text{PUB}_c$ )	67.809	-6.448	2.977		-0.3772

FUENTE: anexo 6

De acuerdo con la tabla 3.9 en donde se presentan los parámetros estimados de los modelos no eliminados en el paso uno, se tiene que los signos de dichos parámetros de todos los modelos cumplen con el marco teórico, con la excepción del modelo ( $P_c$ ). Este modelo tiene un coeficiente estimado para el precio  $P_c$  positivo, cuando la teoría indica que debe ser negativo. Al aplicarse el criterio económico (paso dos) solamente se pudo eliminar un modelo.

Aplicando el paso 3 al modelo más completo, para determinar si las variables que se adicionan al modelo ayudan significativamente a explicar a la variable dependiente. Se utilizará el criterio C y las hipótesis tipo C involucradas. La tabla 3.9 nos proporciona los resultados - de aplicar dicho criterio al modelo ( $P_c, BN, PUB_c$ ).

TABLA 3.9

EL MODELO COL = f( $P_c, BN, PUB_c$ ).  
EL RESULTADO DE PROBAR LAS HIPOTESIS TIPO C.  
EL TELEVISOR DE COLOR  
ZETA, S.A.

variable que se adiciona	variables en el modelo	$F_c$	$F_t$	resultado
$P_c$	$BN, PUB_c$	27.84	161.4	no es significativo
$PUB_c$	$P_c, BN$	61.19	161.4	no es significativo
$BN$	$P_c, PUB_c$	14.62	161.4	no es significativo

FUENTE: tabla 3.5, expresión (1.17) y Draper (11) página 306.

De acuerdo con los resultados de la tabla 3.9, se elimina el modelo ( $P_c, BN, PUB_c$ ), ya que la adición de la tercera variable, cuando las otras dos variables ya están en el modelo, no es significativa. No se rechazaron las hipótesis nulas involucradas, con un nivel de significación del 5 %.

El modelo ( $P_c, BN$ ) ya fue eliminado y los modelos ( $P_c, BN$ ) y ( $P_c, PUB_c$ ) siguen sin poderse eliminar.

TARLA 3.10

LOS MODELOS NO ELIMINADOS  
DE DOS VARIABLES INDEPENDIENTES

EL RESULTADO DE PROBAR LAS HIPOTESIS TIPO C

EL TELEVISOR DE COLOR  
ZETA, S.A.

Modelo	Variable que se adiciona	Variable en el modelo	$F_c$	$F_t +$	Resultado
(POB, PUB <sub>c</sub> )	POB	PUB <sub>c</sub>	0.0008	< 18.51	no significativo.
	PUB <sub>c</sub>	POB	1.946	< 18.51	no significativo.
(BN, PUB <sub>c</sub> )	BN	PUB <sub>c</sub>	0.008	< 18.51	no significativo.
	PUB <sub>c</sub>	BN	19.70	> 18.51	<u>significativo.</u>
(P <sub>c</sub> , PUB <sub>c</sub> )	P <sub>c</sub>	PUB <sub>c</sub>	1.70	< 18.51	no significativo.
	PUB <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	6.08	< 18.51	no significativo.

+ con un nivel de significacion del 5 %.

FUENTE: tabla 3.5, expresi3n (1.17) y Draper (11) p3gina 306.

De acuerdo a la informaci3n mostrada en la tabla 3.10 y como resultado de aplicar el paso 3 a los modelos de dos variables independientes no eliminados en los pasos anteriores, se observa que la variable que entra o se adiciona al modelo, cuando el modelo ya contiene a la otra variable no es significativa, con la excepci3n de un caso. En el modelo (BN, PUB<sub>c</sub>), cuando se adiciona al modelo la variable PUB<sub>c</sub>, que ya contiene a la variable BN, resulta que la adici3n es significativa, ya que se rechaza la H<sub>0</sub> de la hip3tesis tipo C involucrada, con un

nivel de significación del 5 %.

De acuerdo con los resultados de aplicar el paso 3, nos quedan sin eliminar los siguientes modelos:

$$COL = f(POB) \quad (3.6)$$

$$(PUB_C) \quad (3.8)$$

$$(BN, PUB_C) \quad (3.10)$$

Le aplicaremos el paso 4 a todos los modelos no eliminados en el paso 2, con el objeto de que el lector interprete con más cuidado los resultados del paso 3. - La tabla 3.11 nos muestra el estadístico F estimado de cada modelo. Todas las F son significativas con un riesgo del 5 %.

TABLA 3.11

EL ESTADISTICO  $F_C$   
DE LA HIPOTESIS TIPO B.

EL TELEVISOR DE COLOR  
ZETA, S.A.

Modelo	$F_C$
(POB)	29.97
(PUB <sub>C</sub> )	61.98
(POB, PUB <sub>C</sub> )	20.67
(BN, PUB <sub>C</sub> )	20.74
(P <sub>C</sub> , PUB <sub>C</sub> )	39.16

FUENTE: anexo 6 y expresión (1.12)

De acuerdo con los datos de la tabla 3.11, se tiene que el modelo que más explica al volumen de ventas del televisor de color, de la empresa Zeta, S.A. es:

$$\text{COL} = f(\text{PUB}_c) \quad (3.8)$$

El modelo "rival" que tiene más posibilidades de explicación y que hay que tener presente es  $(P_c, \text{PUB}_c)$

De acuerdo con la evidencia presentada y con un riesgo del 5 %, se concluye que el modelo que mejor explica a la variable dependiente en la empresa Zeta S.A., es en forma funcional:

$$y_c = \text{COL} = (16.55860786) + (1.007352544)\text{PUB}_c \quad (3.13)$$

En donde  $y_c$  es el volumen de ventas del televisor de color, vendido por la empresa Zeta S.A. en miles de unidades anuales, el gasto en publicidad  $\text{PUB}_c$  dedicado en promover al televisor de color, dado en millones de pesos anuales.

De acuerdo con la evidencia presentada, se rechaza la hipótesis  $H_{01}$  en el caso del televisor de color, con un riesgo del 5 %. El factor que explica en forma significativa el volumen de ventas de la empresa Zeta S.A., es la publicidad, vista como la promoción que hace la empresa a este producto.

### 3.4 LOS GASTOS DE OPERACION.

Para determinar las probables utilidades de la empresa, se requiere conocer además del monto de las ventas y del gasto de la publicidad, los gastos de operación y el pago de intereses. Por no contar con suficiente información de la empresa Zeta S.A., supondremos el pago de intereses constante en nuestro estudio.

El gasto de operación se considera como el gasto que realiza la empresa por mantener su actividad y en cuyos gastos no se consideran los gastos en publicidad, los costos directos de fabricación y el pago de intereses. Esto es una definición que se aplica a la empresa Zeta S.A., y esta puede cambiar para otra empresa u otro criterio. Para los fines de nuestro estudio esto no tiene importancia.

En la tabla 3.3 se muestran los datos empíricos de las ventas y de los gastos de operación anuales por cinco años consecutivos. Esto está de acuerdo con los datos del anexo 4.

Consideramos que el monto de los gastos de operación, están estrechamente relacionados con el monto de las ventas que realiza la empresa. Se propone la siguiente hipótesis nula a probar:

$H_{03}$ : Las ventas realizadas por la empresa Zeta S.A., - NO explican a los gastos de operación de la empresa.

Para probar la hipótesis se consideran los datos de la tabla 3.3 y se muestran los resultados en el anexo 7. Se utilizó un modelo de regresión Lineal Simple.

El coeficiente de determinación calculado  $R^2$  es de 0.992540362, según la información obtenida en el anexo 7. Se tiene una  $R_{\min}^2$  de 0.4374 y de donde, se concluye que  $R^2$  es grande que la  $R_{\min}^2$ . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula  $H_{03}$ , encontrándose que las ventas de la empresa Zeta S.A., sí explican al monto de los gastos de operación de dicha empresa, con un riesgo del 5 %.

El estadístico  $t$  estimado según el anexo 7 es de 0.345661191, mientras que el estadístico de tablas  $t_t$  para 4 grados de libertad y un nivel de significación del 5 % es de 2.132. De donde, no rechazamos la hipótesis nula  $H_0$  de la hipótesis tipo A involucrada. Así que el parámetro "a" no ayuda a predecir a la variable dependiente.

De acuerdo con la evidencia presentada, el modelo que explica con un riesgo del 5 % a los gastos de operación es:

$$OP = (0.158925360)VEN \quad (3.14)$$

En donde OP es el gasto de operación de la empresa Zeta S.A., en millones de pesos anuales. La variable independiente VEN representa al monto de las ventas anuales de la citada empresa, también en millones de pesos.

EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 4.1 LA INTRODUCCION 87.
- 4.2 LA FUNCION UTILIDAD 89.
- 4.3 EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS DE LA EMPRESA 92.
- 4.4 EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS DEL MERCADO 94.
- 4.5 LA PARTICIPACION DE LA EMPRESA 97.
- 4.6 LAS EXPECTATIVAS 101.
- 4.7 LAS METAS Y LAS RESTRICCIONES 102.
- 4.8 EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 105.
  - 4.8.1 La función objetivo de la utilidad 106.
  - 4.8.2 La meta de personal 109.
  - 4.8.3 Las otras restricciones 111.
  - 4.8.4 El problema de optimización. 113.

#### 4.1 LA INTRODUCCION.

Este capítulo tiene el propósito de plantear nuestro problema a resolver. En el capítulo 1 se presentaron algunos aspectos metodológicos de la investigación. En el capítulo 2 se determinó el comportamiento del mercado en su conjunto de los televisores y en el capítulo 3 se estudiaron algunos aspectos relevantes de la empresa, relacionados con la explicación del volumen de venta de los televisores a nivel empresa. Todo esto como antecedentes al planteamiento del problema. Es decir, tenemos una idea de cómo resolver el problema de pronóstico de una empresa; pero queremos llegar más lejos, queremos -

1

optimizar algunas de las metas que tiene la empresa o al menos encontrar las dificultades identificando las limitaciones para lograrlo. Es por esto que este estudio -- puesto a la consideración de los lectores, tiene el título de:

"Una aplicación de la Programación de Metas al problema de pronóstico de una empresa que fabrica televisores - en México".

Debemos entender como "pronóstico" al pronóstico de ventas, considerándose que es el punto de partida para iniciar el proceso de planeación en la empresa. - No pretendemos hacer planeación, ni mucho menos tratamos de explicar dicho proceso. Queremos simplemente optimizar algunas de las metas de la empresa Zeta S.A.

Definiremos la función utilidad de la empresa, teniendo presentes a las funciones que muestran el comportamiento del mercado en cuanto a su crecimiento y el comportamiento de la empresa en cuanto a su volumen de ventas. Explicaremos algunas de las metas y restricciones que tiene Zeta S.A., y plantearemos nuestro problema de tal manera que sea factible resolverlo mediante técnicas de programación de Investigación de Operaciones. Definimos nuestro problema como un problema de optimización, lo cual no siempre es factible resolver y sobre todo implementar.

#### 4.2 LA FUNCION UTILIDAD.

Para obtener la función utilidad de la empresa, recurrimos a la lógica del Estado de Pérdidas y Ganancias. En su forma más simple la utilidad (o pérdida) es igual a la diferencia entre el monto de las ventas y el monto de los costos. Si la diferencia es positiva se le llama "utilidad" y en el caso contrario recibe el nombre de "pérdida". Es decir:

$$UT = VEN - COS \quad (4.1)$$

En donde UT es la utilidad o pérdida, VEN son las ventas realizadas por la empresa y COS representan a los costos que la empresa tiene, por fabricar y vender los bienes que ofrece dicha empresa.

Las ventas realizadas por Zeta S.A., son las debidas a las ventas de los televisores blanco y negro y de los televisores de color a sus distribuidores. Si el precio de venta de un televisor de blanco y negro es  $P_b$  y el precio de venta unitario de un televisor de color es  $P_c$ , entonces las ventas de la empresa en un período dado son:

$$VEN = P_b BN + P_c COL \quad (4.2)$$

En donde los precios  $P_b$  y  $P_c$  están dados en miles de pesos. BN y COL representan a los volúmenes de venta de los televisores de blanco y negro y los televisores de color respectivamente, dado en miles de unidades. De donde, VEN representa a las ventas totales de la empresa en millones de pesos.

Los costos están formados por la suma de los costos directos de fabricación  $\text{cosD}$ , los gastos en publicidad FUB, los gastos de operación OP y el pago de intereses I. Es decir:

$$\text{COS} = \text{cosD} + \text{PUB} + \text{OP} + \text{I} \quad (4.3)$$

Los costos directos de la empresa Zeta, S.A. en particular son los siguientes:

$$\text{cosD} = C_b \text{BN} + C_c \text{COL} \quad (4.4)$$

En donde  $C_b$  y  $C_c$  son los costos directos de fabricación de un aparato de blanco y negro y de un aparato de color, respectivamente.

El gasto de publicidad FUB está formado por los gastos de publicidad  $\text{PUB}_b$  destinados en promover a los televisores de blanco y negro y los gastos de publicidad  $\text{PUB}_c$  para promover al televisor de color. De donde:

$$PUB = PUB_b + PUB_c \quad (4.5)$$

Los gastos de operación OP están dados para el caso particular de Zeta S.A., según la expresión (3.14) - como:

$$OP = \alpha VEN \quad (4.6)$$

En este estudio se considera que el pago de intereses I, es estimado en forma exógena por las tasas de interés del mercado de capitales y el monto del préstamo de capital, que tiene la empresa Zeta S.A. En este estudio no se incluye como variable y toma valores que aparentemente son arbitrarios, dados por expectativas de la propia empresa.

La función utilidad se puede escribir como:

$$UT = VEN - (\text{cosD} + PUB + OP + I) \quad (4.7)$$

La expresión (4.7) representa la lógica del Estado de Pérdidas y Ganancias de la empresa Zeta S.A., - presentado en el anexo 4.

Tomando en consideración a las expresiones (4.2), (4.4), (4.5) y (4.6), la función utilidad dada por (4.7)

se puede escribir como:

$$UT = (P_b(1-\alpha) - C_b)BN + (P_c(1-\alpha) - C_c)COL - (PUB_b + PUB_c) - I \quad (4.8)$$

Esta función utilidad es únicamente para la empresa Zeta, S.A. y no se puede generalizar para otra empresa.

#### 4.3 EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS DE LA EMPRESA

De acuerdo con Blalock (20), existen entre otros tipos de variables independientes, aquellas variables que pueden potencialmente causar cambios en la variable dependiente y que al realizar la investigación, éstas no se manifestaron y por lo tanto, no fueron tomadas en cuenta. Si este tipo de variables no se manifiestan en el futuro y el comportamiento no cambia, tenemos como esperanza -- que las expresiones obtenidas en el capítulo 3, sigan -- siendo válidas para pronosticar el volumen de ventas de la empresa. No hay forma de asegurar que siga el mismo -- comportamiento en el futuro, ya que no se puede predecir el futuro. Siempre hay un riesgo involucrado, ya que solo se puede predecir el futuro si está predeterminado -- por el pasado. Ver Ackoff (21).

De acuerdo con los resultados del inciso 3.3.1 -- del capítulo 3, tenemos que las unidades vendidas por -- la empresa Zeta S.A., de los televisores de blanco y -- negro, se explica por la expresión (3.5). Es decir:

$$BN = (59.09761961) - (16.17103940)P_D + (5.440662555)PUB_D \quad (3.5)$$

De la expresión (3.5) se observa que existe una - correlación entre el volumen de ventas de los televisores de blanco y negro y su precio de venta  $P_C$ . Además, entre dicho volumen de ventas y la publicidad; dentro de ciertos límites, cualquier combinación de precio y publicidad nos definen los televisores de blanco y negro, que puede vender la empresa.

También se conoce la regresión que explica el volumen de ventas del televisor de color, de la empresa - Zeta, S.A., que de acuerdo con la expresión (3.13) es:

$$COL = (16.55860786) + (1.007352544)PUB_C \quad (3.13)$$

Esta expresión nos dice que dentro de ciertos límites, el volumen de ventas del televisor de color de la empresa Zeta S.A., es función de la publicidad que se - dedica en promover al televisor citado.

Las expresiones (3.5) y (3.13) son nuestras herramientas de pronóstico, con las limitaciones ya mencionadas en el inicio de esta sección.

#### 4.4 EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS DEL MERCADO.

Tomando en consideración la limitación indicada en el inicio de la sección 4.3 y considerándose un horizonte de pronóstico de 3 años, tenemos que en base a los resultados del capítulo 2, se puede pronosticar el volumen de ventas del mercado nacional de televisores.

La tendencia de crecimiento del volumen de ventas del televisor de blanco y negro en su mercado, es según la expresión (2.2) la siguiente:

$$Y_{BN} = (2.665861570) e^{(0.070333344)t} \quad (4.9)$$

En donde  $Y_{BN}$  está dada en miles de unidades y  $t$  es el año considerado, tomándose en cuenta los dos últimos dígitos del año natural. De acuerdo con la expresión (4.9) y la información del anexo 2 para este modelo de regresión exponencial, el potencial de venta en el mercado de televisores de blanco y negro está dado en la tabla 4.1.

TABLA 4.1

EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS  
DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO  
EN EL MERCADO NACIONAL.

Año	Volumen
1982	852.234
1983	914.333
1984	980.956

El volumen de ventas en miles de unidades.  
FUENTE: expresión (4.9) y anexo 2.

La tendencia de crecimiento del volumen de ventas del televisor de color está definida por la expresión - (2.3). Es decir:

$$Y_c = -(54,041.40556) + (2,305.780443)t - (32.79036869)t^2 + (0.1555463658)t^3 \quad (4.10)$$

En donde  $Y_c$  está dada en miles de unidades y el tiempo  $t$ , está dado por los dos últimos dígitos del año natural considerado.

Empleando la expresión (4.10) y la información del anexo 3 para el modelo Polinómico de tercer grado, presentamos el pronóstico del volumen de ventas del televisor de color, en la tabla 4.2.

TABLA 4.2

EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS DEL TELEVISOR DE COLOR EN EL MERCADO NACIONAL.

Año	Volumen
1982	213.440
1983	384.911
1984	468.263

El volumen de ventas en miles de unidades.

FUENTE: expresión (4.10) y anexo 3.

Para el televisor de color, tenemos la expresión (2.1) para pronosticar el comportamiento del merca-

do en su conjunto. Emplearemos esta expresión y la información del modelo exponencial dado en el anexo 1, para pronosticar dicho volumen de ventas. Ver la tabla 4.3, en donde se presentan estos resultados.

$$Y_t = (1.277181918)e^{(0.082212716)t} \quad (4.11)$$

TABLA 4.3  
EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS  
DEL TELEVISOR EN SU CONJUNTO  
EN EL MERCADO NACIONAL.

Año	Volumen
1982	1,081.494
1983	1,174.164
1984	1,274.774

El volumen de ventas en miles de unidades.

FUENTE: expresión (4.11) y anexo 1

En la tabla 4.4 se presentan en forma resumida los datos del pronóstico de los televisores, según las tablas (4.1) a (4.3). Las diferencias observadas se deben a las diferencias existentes entre los modelos empleados. Recuerdese que usamos modelos estadísticos y no determinísticos.

Se consideran las cifras del volumen de ventas del televisor de blanco y negro y las cifras de venta del televisor en su conjunto, como las más correctas.

TABLA 4.4

EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE VENTAS  
DE LOS TELEVISORES  
EN EL MERCADO NACIONAL.

Año	B&N	Color	Televisores
1982	852.234	313.440	1,081.494
1983	914.333	384.911	1,174.164
1984	980.956	468.263	1,274.774

El volumen de venta en miles de unidades.

FUENTE: tablas (4.1) a (4.3)

Si se toma el supuesto que las tendencias no cambian, existe un mercado potencialmente importante que Zeta S. A., debe tener presente.

#### 4.5 LA PARTICIPACION DE LA EMPRESA.

Si definimos como la participación de la empresa el por ciento que resulta entre el volumen de ventas de la empresa y el volumen de ventas del mercado, se tiene un indicador que nos dice qué tanto participó la empresa en relación a su mercado.

En las tablas 4.5 y 4.6 se muestra la participación de la empresa Zeta S.A. Se observa que ha perdido participación, tanto del televisor de blanco y negro como del televisor de color. Es importante tener presente esta situación.

TABLA 4.5

LA PARTICIPACION DE LA EMPRESA ZETA S.A.  
EN EL MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO.

Año	Empresa	Mercado	Participación %
1977	72.94	592.901	12.3
1978	68.87	667.680	10.3
1979	58.08	758.296	7.7
1980	59.92	737.841	8.1
1981	60.10	736.898	8.2

El volumen de ventas en miles de unidades

FUENTE: tablas (2.1) y (3.1)

TABLA 4.6

LA PARTICIPACION DE LA EMPRESA ZETA S.A.  
EN EL MERCADO DE TELEVISORES DE COLOR.

Año	Empresa	Mercado	Participación %
1977	17.90	98.245	18.2
1978	27.60	121.901	22.6
1979	26.00	156.526	16.6
1980	35.00	202.041	17.3
1981	38.90	255.697	15.2

El volumen de ventas en miles de unidades.

FUENTE: tablas (2.1) y (3.2)

En las tablas 4.7 y 4.8 se presentan los cálculos del volumen de ventas de la empresa Zeta S.A., en función de la participación de la empresa en su mercado. Se toma como base el volumen de ventas pronosticado del mercado.

TABLA 4.7

EL VOLUMEN DE VENTAS vs LA PARTICIPACION  
EL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO  
ZETA, S.A.

Año	1982	1983	1984
El volumen del mercado ++	852.234	914.333	980.956
La participación	Volumen empresa	Volumen empresa	Volumen empresa
%	+	+	+
7	50.841	64.003	68.667
8	68.179	73.147	78.476
9	76.701	82.290	88.286
10	85.223	91.433	98.096
11	93.746	100.577	107.905
12	<u>102.268</u>	109.720	117.714
13	<u>110.790</u>	<u>118.863</u>	127.524
14	119.313	<u>128.007</u>	<u>137.334</u>
15	127.835	137.150	<u>147.143</u>
16	136.357	146.293	156.953
17	144.879	155.437	166.763
18	153.402	164.580	176.572
19	161.924	173.723	186.382
20	170.446	182.867	196.191

El volumen de ventas en miles de unidades.

+ El volumen de ventas de la empresa que correspondería, según la participación (%) en su mercado.

++ El volumen de ventas del mercado pronosticado como - tendencia.

FUENTE: tabla 4.4

TABLA 4.8

EL VOLUMEN DE VENTAS vs LA PARTICIPACION  
EL TELEVISOR DE COLOR  
ZETA S.A.

año	1982	1983	1984
El volumen del mercado ++	313.440	384.911	468.263
La participación %	Volumen empresa +	Volumen empresa +	Volumen empresa +
12	37.613	46.189	56.192
13	40.747	50.038	60.874
14	43.882	53.888	65.557
15	47.016	57.737	70.239
16	50.150	61.586	74.922
17	53.285	65.435	79.605
18	56.419	69.284	84.287
19	59.554	73.133	88.970
20	62.688	76.982	93.653
21	65.822	80.831	98.335
<u>22</u>	<u>68.957</u>	<u>84.680</u>	103.018
<u>23</u>	<u>72.091</u>	<u>88.530</u>	<u>107.700</u>
24	75.226	92.379	112.383
25	78.360	96.228	117.066
26	81.494	100.077	121.748
27	84.629	103.926	126.431
28	87.763	107.775	131.114

El volumen de ventas en miles de unidades.

+ El volumen de ventas de la empresa que correspondería, según la participación (%) en su mercado.

++ El volumen de ventas del mercado pronosticado como - tendencia.

FUENTE: tabla 4.4.

#### 4.6 LAS EXPECTATIVAS

En esta sección explicitaremos lo que se espera - que sean los precios de venta y los costos unitarios de los televisores, tomándose en consideración las expectativas de la inflación únicamente.

En la tabla 4.9 se muestran las expectativas que se tienen en este momento. Estas en el futuro pueden - cambiar.

TABLA 4.9

LAS EXPECTATIVAS DE PRECIOS Y COSTOS DE LOS TELEVISORES.

ZETA, S.A.

Año	Blanco y Negro		C o l o r	
	Precio $P_b$	Costo $C_b$	Precio $P_c$	Costo $C_c$
1981	5.730	3.103	11.940	6.760
1982	9.168	4.95	19.104	10.816
1983	13.019	7.05	27.128	15.359
1984	17.575	9.52	36.622	20.734

Las cifras de los precios y de los costos en miles de pesos.

FUENTE: para 1981 las tablas 3.1 y 3.2 y el anexo 4, para otros años son sólo expectativas.

Esta información es importante al resolver nuestro problema en forma numérica.

#### 4.7 LAS METAS Y LAS RESTRICCIONES.

La empresa Zeta, S.A. tiene interés en que se analicen sus posibles actuaciones, para los años de 1982 a 1984. Tomando en consideración sólo a las siguientes Metas y Restricciones:

- 1) La empresa tiene como principal objetivo el de la supervivencia. Quiere permanecer en su mercado y para lograr esto, tiene como principal Meta a la obtención de las utilidades.
- 2) La empresa tiene como Meta la obtención de una utilidad antes de intereses e impuestos, cuando menos de \$ 300, \$ 330 y \$ 350 millones de pesos, para los años de 1982, 1983 y 1984 respectivamente. Quiere si es posible, la utilidad máxima.
- 3) La empresa tiene como Meta de personal, la de no despedir al personal directo: si para optimizar sus utilidades debe despedir al personal, prefiere obtener una utilidad menor que la óptima.
- 4) Los costos de fabricación han sido estimados tomándose en consideración a la tecnología y a las facilidades actuales de fabricación con que dispone la empresa. Se han considerado a las posibles mejoras que se pueden obtener en los próximos tres años. Se han tomado como fijos a los costos de fabricación dados en-

el inciso 4.6. Estos costos sólo se modificarán - si cambian las expectativas de inflación o si es - posible una mejora tecnológica en el futuro.

- 5) Se considera que debido a limitaciones de capacidad de fabricación en la planta de la empresa, se pueden fabricar cuando más los televisores indicados en la tabla 4.10.

TABLA 4.10

LAS LIMITACIONES DE CAPACIDAD  
DE FABRICACION DE TELEVISORES.

ZETA S.A.

Año	Volumen
1982	171.2
1983	203.6
1984	245.1

El volumen de fabricación en miles de televisores

- 6) El proveedor de cinescopios ha informado a la empresa, que puede surtir cualquier cantidad de cinescopios de blanco y negro y que solo puede entregar como máximo las cantidades de cinescopios de color, indicadas en la tabla 4.11. El gobierno no permite la importación de cinescopios de color y sólo se cuenta con un proveedor nacional de cinescopios.

TABLA 4.11

LA CANTIDAD MAXIMA A ENTREGAR  
DE CINESCOPIOS DE COLOR.

ZETA S.A.

Año	Volumen
1982	68.9
1983	84.7
1984	107.7

El volumen de cinescopios en miles de unidades.

- 7) Para la cantidad máxima a fabricar según los puntos 5 y 6, los financieros de la empresa estiman que - no hay problema para conseguir el capital de trabajo requerido. La limitación puede ser el interés - que se deba pagar por este concepto. Esto se considera fuera del alcance del estudio.
  
- 8) El conducente de la empresa tiene mucho interés en conocer los resultados de la simulación, tomándose en cuenta los precios de venta de los televisores, dados según las expectativas de la tabla 4.9.

#### 4.8 EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

De acuerdo con el inciso 4.7 la empresa Zeta S.A., quiere saber si puede obtener sus metas, bajo las restricciones indicadas explícitamente. Se toma como supuesto que las expresiones que definen al volumen de ventas, tanto de los televisores blanco y negro como de los televisores de color, son ciertas para los próximos tres años. Este es el supuesto más débil en todo el estudio.

Las preguntas que debemos contestar, para tener una idea de la posible actuación futura de la empresa, son -- básicamente las siguientes:

¿Cuáles son los volúmenes de venta de los televisores de blanco y negro y de color, que optimizan a las utilidades de la empresa, cuando la empresa está sujeta a las restricciones ya mencionadas?

¿La empresa puede alcanzar sus metas en presencia de estas restricciones?

De estas preguntas se pueden formalizar las siguientes hipótesis, para los pronósticos y el período considerado:

H<sub>04</sub>: La función objetivo de utilidad de la empresa, NO tiene un punto óptimo que maximice a las utilidades, cuando la empresa está sujeta a las restricciones mencionadas en forma explícita.

H<sub>05</sub>: La empresa NO puede alcanzar sus metas en presencia de las restricciones citadas.

Para probar a las hipótesis debemos formalizar nuestro problema como un problema de optimización. La herramienta más apropiada es la Programación No Lineal y en particular la técnica de Programación Cuadrática, dentro de la Investigación de Operaciones.

#### 4.8.1 LA FUNCION OBJETIVO DE LA UTILIDAD.

Tomando en consideración los puntos 1 y 2 del inciso 4.7. nos proponemos obtener la función objetivo de la utilidad de la empresa considerada, tomando en cuenta a la función de utilidad dada en la expresión (4.8) y - tomando en consideración a las expresiones (3.5) y (3.13) que nos proporcionan el pronóstico del volumen de ventas de la empresa. Esto es necesario debido a la correlación que existe entre los volúmenes de venta considerados y - el precio de venta por un lado y por el otro, la publicidad empleada.

De acuerdo con la expresión (3.5) el volumen de - ventas del televisor de blanco y negro que puede vender la empresa, está dado por la expresión 4.12.

$$BN = g + dP_b + fPUB_b \quad (4.12)$$

En donde:

$$g = \beta_{ob} = (59.09761961)$$

$$d = \beta(P_b) = -(16.17103940)$$

$$f = \beta(PUB_b) = (5.440662555)$$

Del mismo modo y de acuerdo con la expresión (3.13) tenemos para el caso del televisor de color:

$$COL = a + ePUB_c \quad (4.13)$$

En donde:

$$a = \beta_{oc} = (16.55860786)$$

$$e = \beta(PUB_c) = (1.007352544)$$

Al substituir las expresiones (4.12) y (4.13) en la expresión (4.8) resulta la expresión (4.14).

$$\begin{aligned} UT_o = & (1-\alpha)dP_b^2 + ((1-\alpha)g - C_b d)P_b + (1-\alpha)fP_bPUB_b - (C_b f + 1)PUB_b + \\ & + (1-\alpha)aP_c + (1-\alpha)eP_cPUB_c - (C_c e + 1)PUB_c + \\ & - (C_b g + C_c a) \end{aligned} \quad (4.14)$$

Se debe interpretar a la expresión (4.14) como - la función objetivo de la utilidad de la empresa Zeta S. A., antes del pago de intereses y de los impuestos que correspondan.

Tomando en consideración a los valores numéricos de las expresiones (4.12) y (4.13) y substituyendo en la expresión (4.14), obtenemos la función objetivo de la utilidad que se quiere optimizar. Para los detalles ver el anexo 7.

$$\begin{aligned}
 UT_0 = & -(13.60105114)P_b^2 + \left\{ \begin{array}{l} 129.7521542 \\ 163.7113369 \\ 203.6538042 \end{array} \right\} P_b + (4.576003300)P_bPUB_b + \\
 & - \left\{ \begin{array}{l} 27.93127965 \\ 39.35667101 \\ 52.79510752 \end{array} \right\} PUB_b + (13.92702514)P_c + (0.847258678)P_cPUB_c + \\
 & - \left\{ \begin{array}{l} 11.89552512 \\ 16.47192772 \\ 21.88644765 \end{array} \right\} PUB_c - \left\{ \begin{array}{l} 471.6311197 \\ 670.9618764 \\ 905.9355141 \end{array} \right\} \quad (4.15)
 \end{aligned}$$

Quando los precios de venta de los televisores están dados en miles de pesos y la publicidad en millones de pesos, entonces la utilidad antes del pago de intereses y de impuestos  $UT_0$ , está dada en millones de pesos.

La cantidad del primer renglón que se encuentra encerrada entre llaves, en la expresión (4.15), representa el valor numérico del coeficiente de la variable correspondiente, para el año de 1982. De igual manera, el segundo y el tercer renglón corresponde a los años de 1983 y - 1984 respectivamente.

#### 4.8.2 LA META DE PERSONAL .

Tomando en cuenta el punto 3 del inciso 4.7, en donde se dijo que la empresa tiene como política en relación al personal: "si para optimizar sus utilidades debe despedir personal, prefiere obtener una utilidad menor a la óptima"

Esta política se puede cumplir si consideramos -- que la empresa tiene una meta: el de fabricar y vender -- como mínimo en los próximos tres años, el volumen de ventas de los televisores que tiene actualmente. Esto, bajo el supuesto que no mejorará la eficiencia de las líneas de producción. Con esta meta se debe cumplir la política de la empresa en relación al personal.

Para que la empresa cumpla primero con la meta de personal y luego obtenga sus utilidades óptimas o no, se debe introducir dicha meta al problema de optimización -- en la forma de restricción.

Tomando en consideración que la venta actual del -- televisor de blanco y negro es de 60,100 unidades, entonces la meta escrita como restricción es: la fabricación y venta de estos televisores, debe ser igual o mayor a 60,100 unidades. De donde, tomando en consideración la expresión (4.12) y sus valores numéricos involucrados, tenemos:

$$BN = g + dP_b + fPUB_b \geq 60.100 \quad (\text{miles}) \quad (4.17)$$

La restricción se puede escribir como:

$$-(16.17103940)P_b + (5.440662555)PUB_b \geq 1.002380390 \quad (4.18)$$

En donde se han substituído los valores numéricos correspondientes. Al restar a 60.100 el valor numérico de "g" - (59.09761961) resulta el 1.002380390.

Del mismo modo para los televisores de color, la empresa debe fabricar y vender cuando menos una cantidad de 38,900 unidades. Es decir:

$$COL = a + ePUB_c \geq 38.900 \quad (\text{miles}) \quad (4.19)$$

Si en la expresión (4.19) restamos a 38.900 el valor numérico de "a" (16.55860786) y dividiéndolo entre el - valor numérico de "e", resulta lo siguiente:

$$PUB_c \geq 22.17832503 \quad (4.20)$$

Se debe tener presente que los precios de venta de los televisores está dado en miles de pesos y que la publicidad está dada en millones de pesos.

Las expresiones (4.18) y (4.20) formarán parte del problema de optimización planteado, como restricciones de la función objetivo de la utilidad.

### 4.8.3 LAS OTRAS RESTRICCIONES.

De acuerdo con el inciso 4.7, existen limitaciones en la capacidad de la planta de la empresa y estas limitaciones se pueden escribir con restricciones de capacidad. Es decir, se pueden explicitar en la siguiente forma:

$$BN + COL \leq \begin{cases} 171.2 \\ 203.6 \\ 245.1 \end{cases} \quad (\text{miles}) \quad (4.21)$$

Las cantidades encerradas entre llaves representan la cantidad máxima de televisores que se pueden ensamblar. El primer renglón corresponde al año de 1982, el segundo a 1983 y el tercero a 1984. Seguiremos utilizando este tipo de representación, ya sin ninguna explicación.

Substituyendo a las expresiones (4.12) y (4.13) en la expresión (4.21) y haciendo algunas operaciones elementales, resultan finalmente las restricciones debidas a la capacidad de planta:

$$-(16.17103940)P_b + (5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c \leq \begin{cases} 95.54377253 \\ 127.9437725 \\ 169.4437725 \end{cases}$$

(4.22)  
(4.23)  
(4.24)

La restricción debida a la limitación de materia prima, que en este caso es debida a los cinescopios de color, se puede escribir en la siguiente forma:

$$COL = a + ePUB_c \leq \begin{cases} 68.9 \\ 84.7 \\ 107.7 \end{cases} \quad (4.25)$$

La restricción (4.25) resulta de combinar la expresión (4.13) y lo indicado en el punto 6 del inciso 4.7. Es fácil mostrar que la expresión (4.25) se puede cambiar a la siguiente forma:

$$PUB_c \leq \begin{cases} 51.95935867 \\ 67.64403639 \\ 90.47616218 \end{cases} \quad \begin{matrix} (4.26) \\ (4.27) \\ (4.28) \end{matrix}$$

Las expresiones (4.22) a (4.24) y (4.26) a (4.28), forman parte del problema de optimización planteado, como restricciones de capacidad y de materia prima respectivamente, de la función objetivo de la utilidad.

4.8.4 EL PROBLEMA DE OPTIMIZACION.

El problema de optimización de la empresa Zeta, S.A., se formaliza utilizando las expresiones (4.15) del inciso -- 4.8.1, (4.18) y (4.20) del inciso 4.8.2, (4.22) a (4.24) y -- (4.26) a (4.28) del inciso 4.8.3. De donde resulta el siguiente problema de Programación No Lineal:

$$\begin{aligned} \max UT_0 = & -(13.60105114)P_b^2 + \begin{Bmatrix} 129.7521542 \\ 163.7113369 \\ 203.6538042 \end{Bmatrix} P_b + (4.576003300)P_bPUB_b + \\ & - \begin{Bmatrix} 27.93127965 \\ 39.35667101 \\ 52.79510752 \end{Bmatrix} PUB_b + (13.92702514)P_c + (0.847258678)P_cPUB_c + \\ & - \begin{Bmatrix} 11.89552512 \\ 16.47192772 \\ 21.88644765 \end{Bmatrix} PUB_c - \begin{Bmatrix} 471.6311197 \\ 670.9618764 \\ 905.9355141 \end{Bmatrix} \end{aligned} \quad (4.29)$$

sujeta a las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned} & -(16.17103940)P_b + (5.440662555)PUB_b \geq 1.002380390 \\ & PUB_c \geq 22.17832503 \\ & -(16.17103940)P_b + (5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c \leq \begin{Bmatrix} 95.54377253 \\ 127.9437725 \\ 169.4437725 \end{Bmatrix} \\ & PUB_c \leq \begin{Bmatrix} 51.95935867 \\ 67.64403639 \\ 90.47616218 \end{Bmatrix} \end{aligned}$$

$$P_b, P_c, PUB_c \geq 0$$

El problema planteado por las expresiones (4.29), es un problema de optimización cuya función objetivo es una función no lineal del tipo cuadrático con restricciones lineales.

Si tomamos en consideración que los precios de venta están dados, el problema tiene entonces una función objetivo lineal, en función únicamente de las variables de la publicidad. La herramienta más apropiada es entonces la Programación Lineal.

Si los precios de venta no están dados y es parte del problema de optimización, entonces la herramienta más adecuada es la Programación No Lineal. Se ha escogido para resolver el problema la técnica llamada Programación Cuadrática.

En el capítulo 5 se mostrarán algunas soluciones al problema planteado, introduciendo algunas simplificaciones.

En la práctica se recomienda el uso de los paquetes de Investigación de Operaciones y utilizar a la computadora como medio de cálculo.

Por último, se hace la aclaración que el problema dado según las expresiones (4.29), no tiene en forma explícita la meta de utilidad dada en el punto 2 del inciso 4.7. Se introducirá al emplear la Programación de Metas, en el capítulo 5.

LA OBTENCION DE LAS SOLUCIONES

- 5.1 LA INTRODUCCION 116.
- 5.2 LAS SOLUCIONES 117.
  - 5.2.1 EL óptimo del pronóstico de 1982 120.
    - La solución gráfica 120.
    - La solución estándar 123.
    - La solución con una meta 125.
    - La solución con más de una meta 130.
  - 5.2.2 EL óptimo del pronóstico de 1983 136.
  - 5.2.3 EL óptimo del pronóstico de 1984 137.
  - 5.2.4 Los pronósticos de las cantidades óptimas 139.

## 5.1 LA INTRODUCCION.

Como su nombre lo indica, este capítulo tiene la finalidad de mostrar algunas de las soluciones al problema de optimización planteado en el capítulo anterior. Nos referimos a las expresiones (4.29) del inciso 4.8.4. Tal como está planteado dicho problema, puede tener muchas soluciones, de las cuales sólo nos interesan algunas. Se introducen supuestos con la intención de simplificar la obtención de la solución factible y óptima. Esta solución será óptima bajo los supuestos -- considerados y dos soluciones óptimas, pueden ser diferentes simplemente porque se tomaron diferentes supuestos.

Este capítulo sólo tiene utilidad funcional, ya que nos interesa plantear el problema de optimización específico y conocer su posible solución. El cálculo para llegar a la solución se considera secundario, ya que este se puede realizar mediante una computadora o mediante trabajo de escritorio. Se recomienda ver a TAHA (15) y a Hillier (14) para la comprensión detallada del cálculo. Nosotros presentaremos en forma detallada los cálculos antes citados, en los anexos que se citarán posteriormente.

En el inciso 1.4 del capítulo 1, se presentaron en forma resumida las técnicas para la optimización de nuestra función objetivo.

Con la información generada en este capítulo, se pretende contestar a las preguntas dadas en el inciso 4.8 en el planteamiento del problema, que formalmente es -- probar las hipótesis  $H_{04}$  y  $H_{05}$ .

## 5.2 LAS SOLUCIONES.

Cuando se toma el supuesto básico de que los precios de venta de los televisores están dados, se simplifican las expresiones (4.29). Se reduce el número de variables involucradas en la optimización y la función objetivo es entonces una función lineal. La herramienta más adecuada para lograr la optimización es la Programación Lineal. Se escoge a la Programación de Metas que es un caso particular de la citada Programación.

Los precios de venta de los televisores deben darse de alguna manera, nosotros nos basamos en las expectativas que la empresa Zeta S.A., tiene al respecto. Ver a la tabla 5.1 que resume a las expectativas de los precios citados, según la tabla 4.9 del inciso 4.6

TABLA 5.1

LAS EXPECTATIVAS DE LOS PRECIOS DE VENTA DE LOS TELEVISORES.

ZETA, S.A.

Año	Blanco y Negro $P_b$	Color $P_c$
1982	9.168	19.104
1983	13.019	27.128
1984	17.575	36.622

Las cifras de los precios en miles de pesos.

FUENTE: tabla 4.9

Al substituir a  $P_b$  y a  $P_c$  por sus valores numéricos según la tabla 5.1, en las expresiones (4.29) y realizando operaciones elementales, se obtiene el problema de optimización, cuando los precios de los televisores están dados por expectativas. Ver la expresión (5.1). En esta expresión se han tomado en cuenta los pronósticos para los años de 1982, 1983 y 1984. De donde, la expresión (5.1) se puede descomponer en tres expresiones particulares, - una por cada año considerado.

Sunuesto: los precios de venta están dados por expectativas, según la tabla 5.1

$$\max UT_0 = - \left\{ \begin{array}{l} 159.2000784 \\ 467.0931154 \\ 1017.785567 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} 14.02151860 \\ 20.21831595 \\ 27.62815048 \end{array} \right\} PUB_b + \left\{ \begin{array}{l} 4.290504660 \\ 6.512505700 \\ 9.141859660 \end{array} \right\} PUB_c$$

(5.1)

sujeta a las siguientes restricciones:

$$PUB_b \geq \left\{ \begin{array}{l} 27.43387742 \\ 38.88003348 \\ 52.42162972 \end{array} \right\}$$

$$PUB_c \geq 22.17832503$$

$$(5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c \leq \left\{ \begin{array}{l} 243.7998617 \\ 338.4745344 \\ 453.6497900 \end{array} \right\}$$

$$PUB_c \leq \left\{ \begin{array}{l} 51.95935867 \\ 67.64403639 \\ 90.47616218 \end{array} \right\}$$

Al fijar a los precios de venta de los televisores en forma exógena, tanto la función objetivo como las restricciones quedan en función de las variables de la publicidad. De donde, se trata de encontrar los valores del -- gasto de publicidad  $PUB_b$  y  $PUB_c$ , que maximizan a la función objetivo  $UT_0$ .

### 5.2.1 EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1982.

Con la intención de mostrar las diferencias que existen entre la Programación de Metas y la Programación Lineal, se resolverá el problema de optimización según la expresión (5.1), para obtener la maximización del pronóstico de las utilidades para el año de 1982, bajo el supuesto de que los precios de venta son dados por expectativas y no forman parte del problema de optimización.

Se presentarán diferentes caminos para obtener la solución óptima y factible. Se iniciará mostrando la solución "gráfica", después se presentará la solución "estándar" según la Programación Lineal. Luego se resolverá el mismo problema utilizando la Programación de Metas y suponiendo que sólo existe la meta de las utilidades. Por último, se obtendrá el óptimo considerando tanto a la meta de las utilidades, como a la meta de personal que también tiene la empresa. Esto se podría generalizar a  $K$  metas.

Se planteará el problema de acuerdo a la técnica a utilizar y se interpretarán las soluciones obtenidas de acuerdo a la citada técnica, hasta determinar la cantidad óptima de televisores a fabricar y vender. Los detalles del cálculo se presentan en el anexo 8.

#### LA SOLUCION GRAFICA.

En la expresión (5.2) se tiene el planteamiento del problema, para obtener tanto la solución gráfica como

la solución estándar.

La solución gráfica es útil sólo para fines didácticos y se puede utilizar en problemas que contienen hasta dos variables.

---

Supuesto: los precios de venta están dados.

Técnica: método Simplex

$$\max UT_0(82) = - (159.2000784) + (14.0215186)PUB_b + (4.290504660)PUB_c \quad (5.2)$$

sujeta a:

$$PUB_b \geq 27.43387742 \text{ (personal)}$$

$$PUB_c \geq 22.17832503 \text{ (personal)}$$

$$(5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c \leq 243.7998617 \text{ (capacidad)}$$

$$PUB_c \leq 51.95935867 \text{ (materia prima)}$$

---

Las restricciones de no negatividad no son utilizadas, debido a que las restricciones de personal limitan a las variables  $PUB_b$  y  $PUB_c$ , a tomar valores menores de - 27.43387742 y 22.17832503 respectivamente.

En la figura 5.1 se tiene la solución gráfica al problema de optimización dado por la expresión (5.2). La línea interrumpida representa a la función objetivo  $UT_0$ , mientras que las líneas no interrumpidas representan a las restricciones. La zona sombreada representa a todas las soluciones factibles y la solución óptima debe estar en una esquina del polígono formado. Las esquinas son A, B, C y D. De éstas, se observa que la que maximiza a la utilidad, es la esquina C.

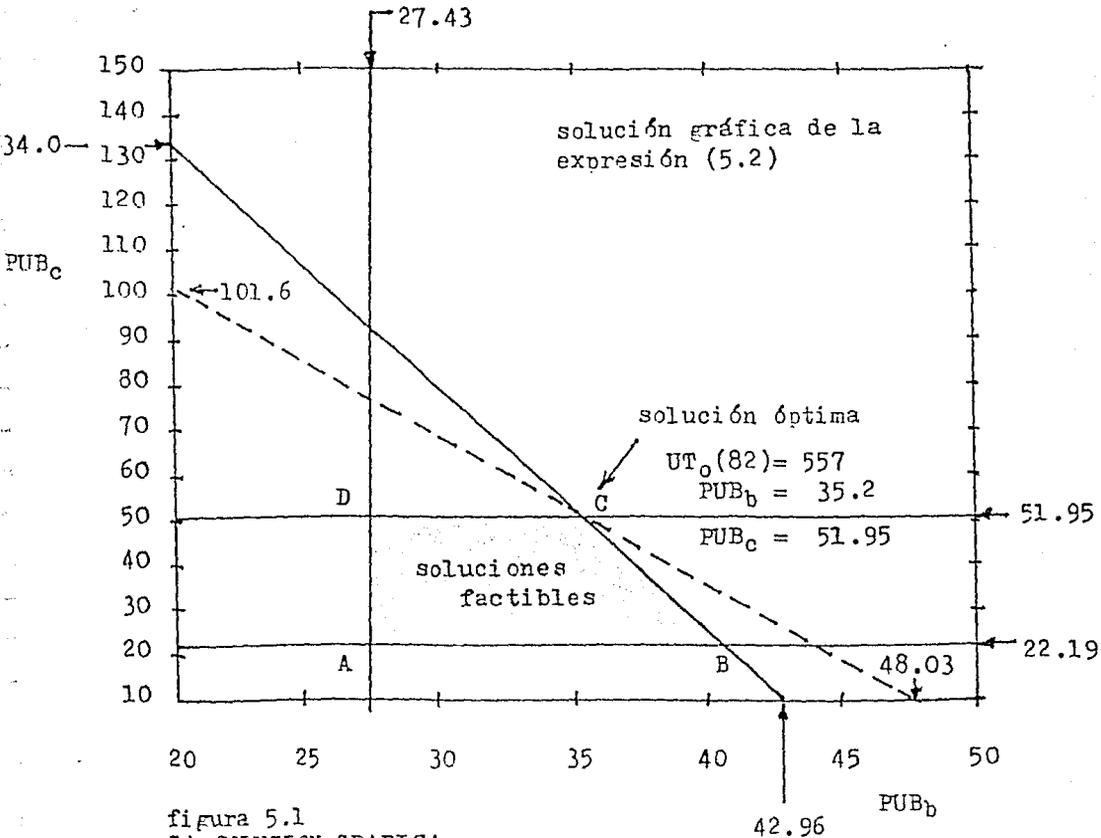


figura 5.1  
LA SOLUCION GRAFICA.  
EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1982  
CON PRECIOS DADOS SEGUN TABLA 5.1

De donde:

$$UT_0 = 557 \quad (\text{millones de pesos})$$

$$PUB_b = 35.2 \quad (\text{millones de pesos})$$

$$PUB_c = 51.95 \quad (\text{millones de pesos})$$

Se deben invertir \$ 35.2 millones de pesos en el gasto de publicidad, dedicado en promover al televisor de blanco y negro. Además, el gasto de publicidad para el televisor de color debe ser de \$ 51.95 millones de pesos. Al substituir estos valores en la función objetivo, se tiene que la utilidad óptima es de \$ 557 millones de pesos, antes del pago de intereses y de impuestos.

#### LA SOLUCION STANDAR

Para aplicar la solución estándar, se plantea el problema dado en la expresión (5.2), como se indica en la expresión (5.3). Se han agregado las variables de holgura complementaria y las variables artificiales, de acuerdo con la forma estándar del método Simplex.

En el anexo 8 se muestran los cálculos requeridos y no se consideran a las restricciones de personal, ya que en la solución gráfica se observó que estas restricciones no son activas. Si no hay tal conocimiento, se eliminan las restricciones que se piensa que no son activas. Se resuelve el problema y se observa si se cumplen las restricciones eliminadas. Si se cumplen tenemos la -

solución óptima. En caso contrario, se procede como si se adicionaran dichas restricciones. Ver Taha (15) página 106.

---

Supuesto: los precios de venta están dados.

Técnica: forma estándar del método Simplex,  
la técnica M.

$$\max UT_0(82) = - (159.2000784) + (14.0215186)PUB_b + (4.290504660)PUB_c +$$

$- MR_1 - MR_2$

(5.3)

sujeta a:

$PUB_b + R_1 - S_3 = 27.43387742$  (personal)

$PUB_c + R_2 - S_4 = 22.17832503$  (personal)

$$(5.440652555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c + S_1 = 243.7998617$$

(capacidad)

$$PUB_c + S_2 = 51.95935867$$

(materia prima)

$$R_1, R_2, S_1, S_2, S_3, S_4, PUB_b, PUB_c \geq 0$$

---

De acuerdo con las tablas Simplex correspondientes en el anexo 8, se tiene que la solución óptima es:

$$UT_0(82) = 557.1530369 \quad (\text{millones de pesos})$$

$$PUB_b = 35.19028566 \quad (\text{millones de pesos})$$

$$PUB_c = 51.95935867 \quad (\text{millones de pesos})$$

## LA SOLUCION CON UNA META.

Como se dijo en la sección 1.4, el Conducente de una empresa puede no estar interesado en obtener el máximo de las utilidades, sino saber qué debe hacer para que se cumplan sus metas. En este caso la Programación Lineal no es la herramienta adecuada, ya que sólo optimiza una sola meta que es la función objetivo. En estas condiciones, la herramienta más apropiada es la Programación de Metas, mediante la cual no se obtiene una solución óptima, sino las soluciones (puede haber más de una) que cumplen con las metas. Estas soluciones pueden corresponder a una solución múltiple óptima. Si no se cumple con alguna meta, el algoritmo nos dice con cuánto no se cumple. Sin embargo, básicamente es la misma Programación Lineal y el mismo método Simplex lo que se emplea en la Programación de Metas. El cambio o diferencia básica consiste en que se substituye la función objetivo original por otra función, la que llamaremos "z". Se pretende minimizar a "z" y cuando ésta se hace cero, se sabe que se obtuvieron las metas. La función objetivo original se cambia a restricción, comparándose contra la meta que se pretende. Se agregan las variables  $Y^-$  y  $Y^+$  de acuerdo a lo dicho en la sección 1.4. Las demás metas reciben un tratamiento idéntico.

En este caso particular, se considera una sola meta: el obtener como mínimo una utilidad antes del pago de los intereses e impuestos de \$ 300 millones de pesos. Ver el punto 2 del inciso 4.7.

En la expresión (5.4) se muestra el nuevo planteamiento del problema, según la expresión (5.2).

Supuesto: los precios de venta están dados.

Técnica: la Programación de Metas,  
la forma estándar del método Simplex y  
la técnica M.

$$\min z = Y^- + MR_1 + MR_2 \quad (5.4)$$

sujeta a:

$$(14.0215186)PUB_b + (4.290504660)PUB_c - Y^+ + Y^- = 459.2000784$$

$PUB_b \qquad \qquad \qquad -S_3 + R_1 = 27.43387742$
$PUB_c -S_4 + R_2 = 22.17832503$

$$(5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c + S_1 = 243.7998617$$

$$PUB_c + S_2 = 51.95935867$$

$$PUB_b, PUB_c, S_1, S_2, S_3, S_4, R_1, R_2 \geq 0$$

Si la meta fuera obtener exactamente los \$ 300 millones de pesos, entonces la función z sería igual a la suma de  $Y^+$  y de  $Y^-$ . Para una meta de no más de \$ 300, la z es igual a  $Y^+$  y para nuestro caso, la z es igual a  $Y^-$ .

En este último caso, cuando no se cumple la meta, entonces  $Y^-$  nos indica en qué magnitud no se está cumpliendo dicha meta. Si se cumple la meta, implica que  $Y^-$  es cero. En estas últimas condiciones, el valor de  $Y^+$  nos indica con qué exceso se está cumpliendo dicha meta. Si  $Y^+$  es cero, entonces se cumple exactamente dicha meta. La utilidad  $UT_0$  será igual a la cantidad explicitada por la meta, más el valor de  $Y^+$ .

El valor de 459.2000784 de la restricción de la meta, se obtiene sumándole a los \$300 la cantidad de 159.2000784. Ver las expresiones (5.2) y (5.4).

Como ya es costumbre, los detalles de los cálculos se encuentran en el anexo 8. En donde se han suprimido las restricciones del personal, ya que se sabe que son no activas. Se hace esto, para presentar lo más sencillo posible los cálculos correspondientes, sin pérdida de la generalidad.

En las tablas del anexo 8 correspondientes a los cálculos, para obtener el óptimo de la expresión (5.4), se observa que en la tercera tabla se obtiene "z" igual a cero. En estas condiciones, la solución óptima inicial es:

$$\begin{aligned} Y^- &= 0 \\ PUB_b &= 32.74966796 \quad (\text{millones de pesos}) \\ PUB_c &= 0 \end{aligned}$$

Las holguras complementarias quedan como:

$$S_1 = 65.61996950 \quad (\text{millones de pesos})$$

$$S_2 = 51.95935867 \quad (\text{millones de pesos})$$

$$Y^+ = 0$$

La interpretación de este resultado es la siguiente: si  $Y^-$  es cero, implica que la solución es óptima. Además - si  $Y^+$  es cero, entonces se obtiene exactamente la meta de \$300 millones de pesos de utilidad, antes del pago de intereses e impuestos. Hay excedente de dinero no utilizado en publicidad, ya que  $S_1$  y  $S_2$  no son cero. Por último, se cumpliría la meta del pronóstico de 1932, invirtiendo en la publicidad la cantidad de \$32.74966796 millones de pesos. Sólo se debería promover al televisor de blanco y negro.

Obsérvese que esta solución no es factible porque viola la restricción de que  $PUB_c$  sea mayor o igual a - - 22.17832503 millones de pesos. Recuérdese que se eliminaron las restricciones de personal en los cálculos del anexo 8, correspondientes a este problema. Esto no es grave si se razona el problema con ayuda de la gráfica 5.1. En presencia de las restricciones de personal, el punto óptimo equivalente sería la esquina A, con un gasto de publicidad de  $PUB_c$  de 22.17832503 millones de pesos. El - valor de  $PUB_b$  sería de \$ 27.17832503 millones de pesos. Esto es cierto si consideramos que las esquinas D y B cumplen con la meta fijada; pero con mayor margen. Se deja al lector hacer la comprobación.

Por otra parte, en la ya citada tabla (tercera),

se tiene que en el renglón de la función objetivo "z", el coeficiente numérico correspondiente a  $Y^+$  es cero y se sabe que esta variable no está en la base. Esto implica una situación de soluciones múltiples. Ver Taha (15) página 68. Al provocar que  $Y^+$  entre a la base, "z" sigue siendo cero como se muestra en la cuarta tabla. La solución óptima alterna es entonces:

$$\begin{aligned} Y^- &= 0 \\ \text{PUB}_b &= 44.81069341 && \text{(millones de pesos)} \\ \text{PUB}_c &= 0 \\ Y^+ &= 169.1138930 && \text{(millones de pesos)} \\ S_1 &= 0 \\ S_2 &= 51.95935867 && \text{(millones de pesos)} \end{aligned}$$

Al agotarse  $S_1$  y tener  $Y^+$  la oportunidad de entrar en la base, se observa que con un gasto de publicidad para el televisor de blanco y negro de \$ 44.81069341 millones de pesos, se tiene un excedente de la meta de la utilidad de \$ 169.1138930 millones de pesos. De donde la utilidad es de \$ 469.1138930 millones de pesos. Todo lo anterior es cierto en el problema resuelto en el anexo 8; pero esta solución no es factible debido a que se viola una de las restricciones del personal, en el problema original.

La tabla cuarta muestra que existe otra solución alterna, ya que el coeficiente de  $\text{PUB}_c$  en el renglón de la función objetivo "z", existe un cero. Al introducir a  $\text{PUB}_c$  en la base, se obtiene la solución óptima máxima.

Esta solución corresponde a la esquina  $C \equiv$  la figura 5.1 y es la siguiente:

$$Y^- = 0$$

$$PUB_b = 35.19028566$$

$$PUB_c = 51.95935867$$

$$Y^+ = 257.1530376$$

$$S_1 = 0$$

$$S_2 = 0$$

Se deja al lector hacer la interpretación correspondiente.

#### LA SOLUCION CON MAS DE UNA META.

Cuando el conducente de la empresa tiene más de una meta, a cada meta se le trata en la misma forma que a la meta de utilidad, cambiándose la optimización de la función objetivo original, por la minimización de la nueva función objetivo "z".

En nuestro problema, recordemos que las restricciones de personal son en realidad metas. En este ejemplo las consideraremos como tales, con la intención de que el lector pueda apreciar las diferencias que existen en el planteamiento del problema. La expresión (5.3) es un ejemplo típico del planteamiento que se hace en la Programación Lineal, mientras que la expresión (5.5) representa el mismo problema planteado de acuerdo con la Programación de Metas. Las diferencias son muy sutiles.

Supuesto: los precios de venta están dados.

Técnica: la Programación de Metas,  
forma estándar del método Simplex y  
la técnica M.

$$\min z = Y_1^- + 2Y_2^- + 4Y_3^- \quad (5.5)$$

sujeta a:

meta de utilidad:

$$(14.02151186)PUB_b + (4.290504660)PUB_c - Y_1^+ + Y_1^- = 459.2000784$$

metas de personal:

$$PUB_b - Y_2^+ + Y_2^- = 27.43387742$$

$$PUB_c - Y_3^+ + Y_3^- = 22.17832503$$

restricciones:

$$(5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c + S_1 = 243.7998617$$

$$PUB_c + S_2 = 51.95935867$$

$$PUB_b, PUB_c, Y_1^+, Y_1^-, Y_2^+, Y_2^-, Y_3^+, Y_3^-, S_1, S_2 \geq 0$$

Comparando las expresiones (5.3) y (5.5), observamos que las restricciones de capacidad y de materia prima son idénticas. Las restricciones de personal de la expresión (5.3), equivalen a las metas de personal de la expresión (5.5), si  $R_1$  se hace igual a  $Y_2^-$  y  $R_2$  a  $Y_3^-$ . Además, - si  $S_3$  y  $S_4$  son iguales a  $Y_2^+$  y a  $Y_3^+$  respectivamente. Por lo tanto, no hay diferencia entre las metas y las restricciones de personal.

La principal diferencia sigue siendo la substitución de la optimización de la función objetivo de la utilidad, - por la minimización de la función "z". En este caso, z será igual a la suma ponderada de las  $Y_i^-$  ( $i = 1, 2$  y  $3$ ), debido a que las funciones que definen a las metas, son mayores o iguales a un límite deseado por el conducente.

La otra sutil diferencia, es que se puede penalizar a las metas, ya que el conducente de la empresa debe estar consciente, que probablemente no es posible alcanzar a todas las metas simultáneamente. De donde, se ha dado una penalización de 1 si no se llega a ma meta de la utilidad, de 2 si no se puede conseguir la meta de conservar al personal que fabrica el televisor de blanco y negro, y de 4 - si no se puede cumplir la meta de conservar al personal - que produce al televisor de color. De donde, se quiere - conservar al personal más especializado. Ver Hillier (14) página 171. Las prioridades anteriormente citadas no fueron dadas en forma explícita en inciso 4.7.

La posibilidad de penalizar dando valores diferentes a  $M$  (técnica  $M$ ), según las prioridades del conducente con respecto a sus metas, es quizá la propiedad más interesante de la Programación de Metas. El lector puede observar que se sigue utilizando a la Programación Lineal, - con cambios sutiles en el planteamiento. En estas condiciones, las soluciones obtenidas pueden tener una interpretación diferente a las obtenidas mediante la Programación Lineal clásica. La desventaja parece ser mínima. - Por último, nos resta presentar las soluciones alternas que resultan al resolver la expresión (5.4). Ver la parte final del anexo 8, en donde se encuentran los cálculos requeridos.

La solución óptima inicial es de acuerdo a la información dada en el anexo 8, la siguiente:

$$\begin{aligned} Y_1^- &= Y_2^- = Y_3^- = 0 \\ PUB_b &= 27.43387720 \\ PUB_c &= 22.17832503 \\ Y_1^+ &= 20.61985739 \\ Y_2^+ &= Y_3^+ = 0 \\ S_1 &= 72.20000117 \\ S_2 &= 29.78103364 \end{aligned}$$

(todo en millones de pesos)

Esta solución corresponde a la esquina A del polígono de soluciones factibles. Ver la figura 5.1. Hay dinero ocioso en las holguras complementarias y se cumplen exactamente las dos metas de personal. Se tiene un exceso de \$20.61985739 millones de pesos con respecto a la meta de \$300 millones de pesos en la utilidad. La Programación de Metas nos está diciendo que la solución factible de la esquina A, cumple con las metas del conducente y por lo tanto, es óptima desde este punto de vista.

La segunda solución alterna corresponde a la esquina D del polígono ya citado. Es decir:

$$\begin{aligned} Y_1^- &= Y_2^- = Y_3^- = 0 \\ PUB_b &= 27.43387720 \\ PUB_c &= 51.95935867 \end{aligned}$$

$$Y_1^+ = 148.3955216$$

$$Y_2^+ = 0$$

$$Y_3^+ = 29.78103364$$

$$S_1 = 42.20000117$$

$$S_2 = 0$$

(todo en millones de pesos)

Así que en esta solución, se cumple exactamente con la meta de personal en relación al televisor de blanco y negro. Hay un excedente en la segunda meta de personal. Además, se tiene en exceso una cantidad de \$ 148.395 millones de pesos, con respecto a la meta de utilidad. - La holgura  $S_1$  sigue ociosa. Esta solución también es óptima porque cumple con las metas del conducente.

Por último, se tiene la solución alterna más óptima y corresponde a la esquina C del polígono. Esta solución proporciona el máximo de la utilidad. De donde:

$$Y_1^- = Y_2^- = Y_3^- = 0$$

$$PUB_b = 35.19028568$$

$$PUB_c = 51.95935867$$

$$Y_1^+ = 257.1520958$$

$$Y_2^+ = 7.756408484$$

$$Y_3^+ = 29.78103364$$

$$S_1 = 0$$

$$S_2 = 0$$

(todo en millones de pesos)

Las holguras  $S_1$  y  $S_2$  son cero indicándonos que las restricciones de capacidad y de materia prima se cumplen exactamente. Hay un excedente de \$ 257.152 millones de pesos, con respecto a la meta de utilidad de \$ 300 millones de pesos. Hay excedentes en la primera y en la segunda meta de personal, indicándonos que se fabricarán más aparatos de los necesarios para cumplir con dichas metas.

En el caso de que una meta  $i$  no se cumpliera, entonces  $Y_i^-$  sería diferente de cero y su valor nos indicaría el monto en el cual no se cumpliría dicha meta.

Si todas las metas se cumplen, entonces  $Y_i^-$  (para  $i = 1, 2, \dots, k$ ) es cero. En toda meta  $i$  que se cumple exactamente, el valor de  $Y_i^+$  es nulo, indicándonos que no hay exceso en el monto de la meta.

Las soluciones alternas y óptimas serán aquellas que correspondan a las esquinas del polígono de soluciones factibles y que cumplen con las soluciones fijadas por el conducente. En las tablas Simplex, se obtendrá -- primero a la solución que cumple con las metas más exactamente y en donde hay pocos excedentes. La segunda solución será también óptima y en donde los excedentes tienden a aumentar y así sucesivamente, en las siguientes soluciones alternas que proporcione el método Simplex, hasta que en la última solución se nos proporciona la solución factible y óptima máxima. Esta corresponde a la solución dada en forma clásica por la Programación Lineal. La ventaja de la Programación de Metas es que el conducente tiene la oportunidad de escoger la solución, que sin ser óptima máxima, satisface sus necesidades.

5.2.2 EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1983.

Para obtener el óptimo del pronóstico de 1983, bajo el supuesto que los precios fueron dados en forma exógena, se empleará a la Programación de Metas. Se limita a "la solución con una meta", ya que se considera que las metas de personal pueden no ser activas, de acuerdo con los resultados del inciso 5.2.1. Con esta simplificación, se obtiene la solución que nos interesa, en forma más sencilla.

Se parte de la información dada en la expresión (5.1), mostrándose el nuevo planteamiento en la expresión (5.6).

---

Supuesto: los precios de venta están dados.

Pronóstico: 1983

Técnica: la Programación de Metas,  
la forma estándar del método Simplex y  
la técnica M.

$$\min z = Y^- + MR_1 + MR_2 \tag{5.6}$$

sujeta a:

$$(20.21831595)PUB_b + (6.512505700)PUB_{c-} - Y^+ + Y^- = 797.0931154$$

$PUB_b$	$- S_3 + R_1 =$	38.88003348
$PUB_{c-}$	$S_4 + R_2 =$	22.17832503

$$(5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_{c+} + S_1 = 338.4745344$$

$$PUB_{c+} + S_2 = 67.64403639$$

$$PUB_b, PUB_c, S_1, S_2, S_3, S_4, R_1, R_2 \geq 0$$

---

De acuerdo con la información del anexo S y eliminando a las restricciones de personal, la solución óptima máxima es:

$$\begin{aligned} Y^- &= 0 \\ \text{PUB}_b &= 49.68754068 && \text{(millones de pesos)} \\ \text{PUB}_c &= 67.64403639 && \text{(millones de pesos)} \\ Y^+ &= 648.0396168 && \text{(millones de pesos)} \\ S_1 &= 0 \\ S_2 &= 0 \end{aligned}$$

De donde, para el pronóstico de 1983, si se invierten \$ 49.68754068 y \$ 67.64403639 millones de pesos en -- promover al televisor de blanco y negro y al televisor de color, respectivamente, se obtendría una utilidad óptima de \$978.0396188 millones de pesos.

### 5.2.3 EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1984.

Procediendo de acuerdo a lo indicado en el inciso anterior y tomando en consideración a la expresión (5.1), el planteamiento queda según la expresión (5.7). De acuerdo con los datos del anexo 10 y sólo interesándonos la solución óptima máxima, tenemos:

$$\begin{aligned} Y^- &= 0 \\ \text{PUB}_b &= 66.62944323 \\ \text{PUB}_c &= 90.47616218 \\ Y^+ &= 1,300.183100 \\ S_1, S_2 &= 0 && \text{(todo en millones de pesos).} \end{aligned}$$

En estas condiciones se estima una utilidad antes del pago de intereses y de impuestos de \$ 1,650.183100 - millones de pesos.

---

Supuesto: los precios de venta están dados.

Pronóstico: 1984

Técnica: la Programación de Metas,  
la forma estándar del método Simplex y  
la técnica M.

$$\min z = Y^- + MR_1 + MR_2 \quad (5.7)$$

sujeta a:

$$(27.62815048)PUB_b + (9.141859660)PUB_c - Y^+ + Y^- = 1,367.785567$$

$$PUB_b - S_3 + R_1 = 52.42162972$$

$$PUB_c - S_4 + R_2 = 22.17832503$$

$$(5.440662555)PUB_b + (1.00735244)PUB_c + S_1 = 453.649700$$

$$PUB_c + S_2 = 90.47616218$$

$$PUB_b, PUB_c, S_1, S_2, S_3, S_4, R_1, R_2 \geq 0$$

---

#### 5.2.4 LOS PRONOSTICOS DE LAS CANTIDADES OPTIMAS.

Una vez que se determinaron los óptimos del pronóstico de los años de 1982, 1983 y 1984, en función de la publicidad, se debe explicitar a la cantidad de televisores que debe fabricar y vender la empresa Zeta S.A.

Empleando las expresiones (4.12) y (4.13), se puede determinar la cantidad de televisores de blanco y negro y de los televisores de color, a que corresponde la publicidad óptima respectivamente. Los resultados se muestran en la tablas 5.2 y 5.3. Se proporcionan como una referencia a los datos de los precios esperados de venta de los televisores, que se dieron en forma exógena, sin formar parte del problema de optimización.

TABLA 5.2

EL PRONOSTICO OPTIMO CON LOS PRECIOS DADOS  
DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO.

ZETA S.A.

Año	Precio $P_b$	Publicidad $PUB_b$	Televisores BN
1982	9.168	35.19028568	102.300
1983	13.019	49.68754068	118.900
1984	17.575	66.62944323	137.400

El precio de venta en miles de pesos.

La publicidad en millones de pesos.

Los televisores en miles de unidades.

FUENTE: tabla 5.1, expresión (4.12) y anexos 8,9 y 10.

TABLA 5.3

EL PRONOSTICO OPTIMO CON LOS PRECIOS DADOS  
DEL TELEVISOR DE COLOR

ZETA, S.A.

Año	Precio $P_c$	Publicidad $PUB_b$	Televisores COL
1982	19.104	51.95935867	68.900
1983	27.128	67.64403639	84.700
1984	36.622	90.47616218	107.700

El precio de venta en miles de pesos.

El gasto en publicidad en millones de pesos

Los televisores en miles de unidades.

FUENTE: tablas 5.1, expresión (4.13) y anexos 8,9 y 10

LAS CONCLUSIONES

- 6.1 LAS LIMITACIONES DEL ESTUDIO 142.
- 6.2 LAS CONCLUSIONES 145.
  - 6.2.1 Las conclusiones en el mercado 145.
  - 6.2.2 Las conclusiones en la empresa 147.
- 6.3 LO QUE FALTA POR HACER 154.

## 6.1 LAS LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Antes de presentar las conclusiones a las que se llegaron en este estudio, es conveniente recordar a las limitaciones del mismo. Esto nos dará una referencia para valorizar en su dimensión a las citadas conclusiones. Las limitaciones más importantes son del tipo metodológico y todos los estudios semejantes a éste, tienen estas limitaciones. Hay que tener conciencia del significado de las limitaciones, para evitar hacer peligrosas generalizaciones o tomar muy en serio los pronósticos del futuro.

Las limitaciones más importantes del estudio son las siguientes:

- 1) La investigación realizada para fundamentar a los capítulos 2 y 3 es del tipo Ex Post Facto. De donde, nuestro estudio tendrá las ventajas y limitaciones de la observación controlada.

Las interpretaciones hechas a partir de los resultados de la investigación, pueden no ser correctos. Esto se debe que al no poderse controlar a las variables independientes y al no haber asignación aleatoria, es factible que se introduzcan los efectos de otras variables no consideradas. Esta posibilidad es muy importante tenerla presente. Ver a Kerlinger (8) y a Blalock (20).

- 2) En el presente estudio se emplearon datos históricos, que provienen de una sola fuente. No existiendo la posibilidad de replicar los datos de la fuente de información. De donde, no existe la posibilidad de cuantificar la validez de la investigación en base del análisis de varianza.

No existe la posibilidad de validar a la investigación; lo más que se puede hacer es escoger un modelo que explique mejor la variable dependiente, de acuerdo a un marco teórico previo. Se "valida" al modelo diciendo que los datos pronosticados por el modelo, se ajustan más a los datos históricos de la variable dependiente. De donde, resulta la importancia de contar con modelos rivales. Ver a Kerlinger (8).

) Los pronósticos mostrados en el capítulo 4, se obtuvieron de los resultados de la observación controlada. De un Ex Post Facto se pasó a un Ex Ante Facto.

Sólo en los casos en que el futuro esté predeterminado por el pasado, es posible pronosticar el futuro - previsión; así que, no es posible predecir el futuro a Ackoff (21). La utilidad del pronóstico no es predecir el futuro, sino la de establecer puntos de referencia, que le ayuden al conducente de la empresa, a tomar mejores y más racionales decisiones.

) Los resultados de la optimización dados en el capítulo 5, dependen directamente de las expectativas consideradas y de los resultados ya comentados de la observación Ex Post Facto involucrada.

Si se cambian las expectativas se cambiarán los resultados de la optimización. La utilidad radica en mostrar los resultados de las simulaciones, siendo factible - cambiar los puntos débiles involucrados.

) El comportamiento del crecimiento del mercado de televisores, según el capítulo 2, no se puede generalizar a otros mercados.

- 6) Los factores que explican al volumen de ventas de los televisores de la empresa Zeta S.A., no se pueden generalizar a otras empresas.

Se puede emplear la metodología dada en el capítulo 1 y el tratamiento dado en los demás capítulos, según sea el caso, si se quiere conocer el comportamiento del crecimiento de otro mercado y/o los factores que determinan a las ventas de otra empresa.

## 6.2 LAS CONCLUSIONES.

Para concluir debemos probar cada una de las hipótesis formuladas. De acuerdo con los resultados podremos contestar cada una de las preguntas formuladas. De hecho, esto ya se hizo en una forma implícita durante el estudio. Bastará entonces resumir y explicitar los resultados a los que se llegaron.

Hay que recordar que se tomó un nivel de significación del 1 % para las pruebas de hipótesis realizadas para el mercado. Para las pruebas realizadas para la empresa, se adoptó un 5 % en el nivel de significación.

### 6.2.1 LAS CONCLUSIONES EN EL MERCADO.

Las conclusiones a las que se llegaron en el mercado son las siguientes:

- 1) De acuerdo con la evidencia presentada y los resultados de las secciones 2.4.1, 2.4.2 y 2.4.3, en todos los casos se rechaza la hipótesis nula  $H_{02}$  y se concluye que el tiempo ayuda a explicar al crecimiento del volumen de ventas de los televisores, tanto de blanco y negro como de color.

Existe una tendencia de crecimiento en el mercado de los televisores, en función del tiempo tomado como variable independiente. Esto se puede explicar por el crecimiento de la población nacional, en función también del tiempo.

- 2) La tendencia que más explica al volumen de ventas de televisores en el mercado en su conjunto, es de acuerdo con las expresiones (2.1) y (4.11):

$$Y_t = (1.277181918) e^{(0.0822122716)t^+}$$

(miles de unidades)

$$F = 444.27$$
$$t = 24.6$$

Teniendo como modelo rival al modelo polinómico de segundo orden.

- 3) La tendencia que más explica al volumen de ventas del televisor de blanco y negro, es de acuerdo con las expresiones (2.2) y (4.9):

$$Y_{BN} = (2.665861570) e^{(0.070333344)t^+}$$

(miles de unidades)

$$F = 447.68$$
$$t = 35.93$$

Se tiene como modelo rival al modelo de regresión lineal simple.

- 4) El modelo que mejor explica al volumen de ventas del televisor de color, según las expresiones (2.3) y (4.10) es:

$$Y_c = -(54,041.40556) + (2,305.780443)t - (32.79036869)t^2 + (0.1555463658)t^3$$

$$F = 410.81$$

El modelo polinómico de segundo orden es el modelo rival más importante de tomar en cuenta.

## 6.2.2 LAS CONCLUSIONES EN LA EMPRESA.

Las conclusiones relacionadas con la empresa son las siguientes:

- 1) De acuerdo con la evidencia presentada en el inciso 3.2 y a los resultados de los incisos 3.3.1 y 3.3.2, se rechaza a las hipótesis nulas  $H_{01}$  involucradas, -llegándose a la conclusión de que existen factores relevantes, que explican al volumen de ventas, tanto de los televisores de blanco y negro como de los televisores de color de la empresa Zeta S.A.

En las conclusiones 2 y 3 que se mencionarán a continuación, son el resultado directo de la conclusión 1.

- 2) Las variables independientes actuando en conjunto, tales como el precio de venta y el gasto de la publicidad, ayudan en forma significativa a explicar al volumen de ventas de los televisores de blanco y negro, de la empresa Zeta S.A. De donde y de acuerdo con la expresión (3.5), tenemos que el modelo que mejor explica es el siguiente:

$$BN = (59.09761961) - (16.17103940)P_b + (5.44066255)PUB_b$$

$$F = 677.27$$

(miles de unidades)

En donde el precio de venta está dado en miles de pesos y el gasto en publicidad en millones de pesos. El modelo rival que mejor ayuda a explicar es  $BN = f(P_b, PUB, COL)$ .

- 3) La variable independiente tal como el gasto en la publicidad, ayuda por si sola a explicar al volumen de ventas del televisor de color, de la empresa Zeta S.A. De acuerdo con la expresión (3.13) tenemos:

$$COL = (16.55860786) + (1.007352544) PUB_c$$

$$F = 61.98$$

En donde el gasto de publicidad está dado en millones de pesos y el volumen de ventas en miles de unidades. El modelo rival es  $COL = f(P_c, PUB_c)$ . El cual tiene la misma forma que el modelo que mejor explica a BN.

- 4) El problema de optimización planteado según la expresión (4.29), sólo es válido para los costos esperados en las expectativas dadas en la sección 4.6, de las metas del conducente y las restricciones de la empresa, de acuerdo con lo indicado en la sección 4.7 y además, según los factores que explican el volumen de ventas de los televisores, de la empresa Zeta, S.A.
  
- 5) Las soluciones dadas en las secciones 5.2, sólo son válidas en el contexto de la conclusión anterior y sólo para los precios de venta esperados, de acuerdo a las expectativas de la sección 4.6. En estas condiciones se rechazan las hipótesis nulas  $H_{04}$  y  $H_{05}$ , ya que la función objetivo de la utilidad tiene un punto óptimo, que maximiza a las utilidades en presencia de las restricciones. Además, el conducente de la empresa Zeta, S.A. puede alcanzar sus metas.

Se resume en las tablas 6.1 y 6.2 las soluciones óptimas de los pronósticos, según las tablas 4.9, 5.2 y 5.3. De hecho, estos datos representan la información relevante para el conducente, con respecto al escenario simulado. Las cantidades óptimas de los televisores sólo son ciertas, si se realizara el gasto de la publicidad - indicado, con las expectativas del precio de venta y del costo unitarios. Además, si las tendencias observadas en el estudio se mantuvieran.

TABLA 6.1

EL PRONOSTICO DEL ESCENARIO  
DEL TELEVISOR DE BIANCO Y NEGRO.

ZETA S.A.

Año	Expectativas		Publicidad	Televisores
	precio	costo		
1982	9.168	4.95	35.19028568	102.300
1983	13.019	7.05	49.68754068	118.900
1984	17.575	9.52	66.62944323	137.400

El precio de venta y el costo unitarios en miles de pesos.  
La publicidad en millones de pesos.  
Los televisores en miles de unidades.

FUENTE: tablas 4.9 y 5.2

TABLA 6.2

EL PRONOSTICO DEL ESCENARIO  
DEL TELEVISOR DE COLOR.

ZETA S.A.

Año	Expectativas		Publicidad	Televisores
	precio	costo		
1982	19.104	10.816	51.95935867	68.900
1983	27.128	15.359	67.64403639	84.700
1984	36.622	20.734	90.47616218	107.700

El precio de venta y el costo unitarios en miles de pesos.  
La publicidad en millones de pesos.  
Los televisores en miles de unidades.

FUENTE: tablas 4.9 y 5.3

6) La participación esperada de la empresa Zeta S.A. en el mercado de televisores, de acuerdo con el - escenario dado en la conclusión del punto 5 y con los datos de las tablas 4.7, 6.1 y 6.2, es la siguiente:

TABLA 6.3

EL PRONOSTICO DE LA PARTICIPACION (%)  
DE LA EMPRESA ZETA S.A.  
EN EL MERCADO DE TELEVISORES.

Año	Blanco y Negro %	Color %
1982	12	22
1983	13	22
1984	14	23

FUENTE: tablas 4.7, 6.1 y 6.2

Comparando la tabla 6.3 con las tablas 4.5 y 4.6, se espera que la empresa Zeta S.A., recupere la participación perdida en su mercado. Las participaciones indicadas en la tabla 6.3 son las máximas participaciones que la empresa puede tener, de acuerdo con el gasto de publicidad indicado y las expectativas del escenario analizado.

7) Las utilidades esperadas antes del pago de intere-

ses y de impuestos del escenario analizado, se muestra en la tabla 6.4. Las utilidades mostradas a partir de 1982 son las pronosticadas en el capítulo 5 y las utilidades de 1977 a 1981 son las que la empresa obtuvo, de acuerdo con la tabla A.13 del anexo 4.

TABLA 6.4

LAS UTILIDADES ANTES DEL PAGO DE INTERESES  
E IMPUESTOS DE ZETA S.A.

Año	Situación	Utilidades	Inflación (1)	Utilidades deflactadas
1977	real	71.820		71.820
1978	real	110.580	15.8	95.492
1979	real	103.690	18.3	75.691
1980	real	156.410	31.0	87.157
1981	real	195.520	30.0+	83.808
1982	simulada	557.153	60.0++	149.261
1983	simulada	978.040	42.0++	184.519
1984	simulada	1,650.183	35.0++	230.612

(1) La inflación en por ciento.

+ Valor estimado.

++ Valor dado por expectativas antes de agosto de 1982.

FUENTE: cuadro 6.5 de NAFINSA (22) y expectativas.

De acuerdo con los datos de la tabla 6.4, la empresa Zeta S.A. tiene un alto potencial de utilidades. Es decir, con una adecuada combinación de las variables de decisión, se puede mejorar su actuación.

8) Las metas del conducente con las expectativas dadas y de acuerdo con los resultados de la simulación, - se cumplirían satisfactoriamente bajo las limitaciones indicadas en el inciso 6.1. Se pueden obtener - más utilidades de las deseadas y se satisfacería - la meta de personal.

9) Es factible simular otros escenarios en donde se - cambien todas o alguna de las expectativas de los precios de venta y de los costos unitarios de los televisores, de las metas del conducente y/o las - restricciones que tiene la empresa. De donde, se - tiene un modelo de pronóstico muy útil para la empresa Zeta S.A.

### 6.3 LO QUE FALTA POR HACER.

Nos sentimos satisfechos de los resultados obtenidos en el presente estudio. Se espera que ayude al confidente de la empresa Zeta S.A., a tomar mejores decisiones, ya que se conocen un poco más a los factores que explican al volumen de ventas de los televisores.

Lo que consideramos que falta por hacer y que será motivo de otras investigaciones, lo siguiente:

- 1) Sólo conocemos la tendencia de crecimiento del mercado de televisores en México, falta conocer el comportamiento de los otros indicadores del citado mercado, tales como la preferencia de la demanda, la participación de las empresas en dicho mercado y la estacionalidad de las ventas, entre otras cosas.

Esto sería importante para el gobierno, las empresas participantes y toda persona conectada con las fuentes de trabajo involucradas. El conocimiento más exacto del mercado de televisores, propiciaría que se tomaran mejores decisiones de los sectores relacionados con el citado mercado.

- 2) Se debe mejorar el modelo de pronóstico de la empresa Zeta S.A., empleando un modelo de optimización no lineal y tomando como base el modelo de Programación de Metas ya explicado.

Esto daría la oportunidad de tener más variables de decisión, dentro del modelo de optimización.

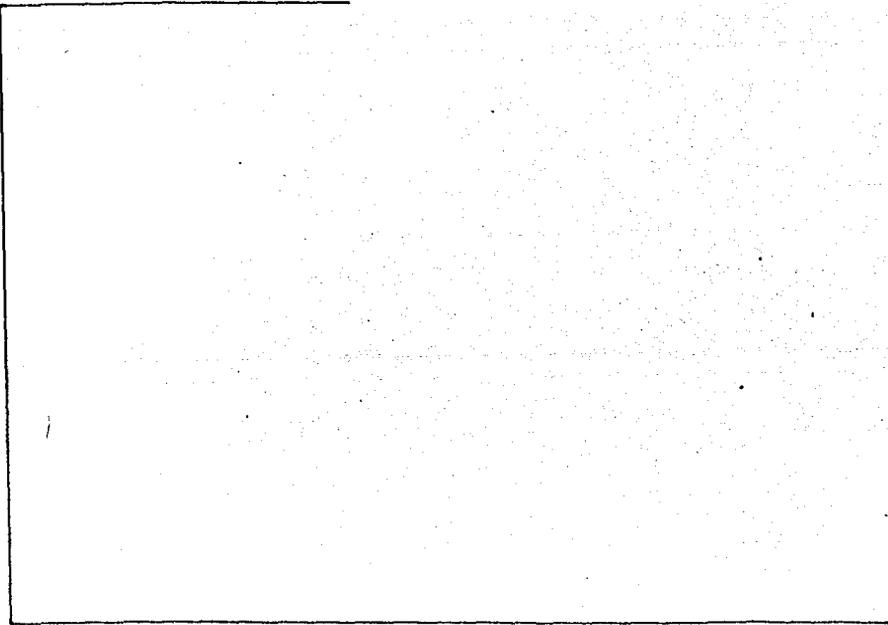
- 3) Se debe, al menos cada año, comprobar que los - modelos de regresión empleados, tanto en el - mercado como en la empresa, siguen explicando mejor a la variable dependiente involucrada, - se debe dar la misma oportunidad a los modelos rivales.

Este punto es el más importante a realizar, si se quiere tener actualizado el modelo de pronóstico. Es necesario tomar precauciones, para determinar si las variables independientes con respecto a la variable dependiente, no han cambiado en su comportamiento. Además, si no hay otras variables que se vuelvan más significativas.

- 4) Sería muy útil realizar un análisis de Sensibilidad en el problema de optimización planteado.

Es deseable determinar hasta que punto se puede - modificar la solución obtenida, sin que cambien los resultados.

# REFERENCIAS



- (1) ARIAS, G.F., INTRODUCCION A LA TECNICA DE INVESTIGACION EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION Y DEL COMPORTAMIENTO, México, Trillas, tercera edición, 1974, capítulo 6, páginas 180 a 202.
- (2) FERGUNSON, C.R., GOULD, J.P. TEORIA MICROLCONOMICA, México, traducción, Fondo de Cultura Económica, - 1975, páginas 49 y 50.
- (3) SALVATORE, D., MICROECONOMIA, México, traducción, McGraw-Hill, 1976, páginas 23 y 24.
- (4) KOTLER, P., DIRECCION DE MERCADOTECNIA, México, traducción, Diana, segunda edición, quinta impresión, 1977, página 797.
- (5) DORNUSCH, R., FISCHER, S., MACROECONOMIA, Bogotá Colombia, traducción, McGraw-Hill, 1980, páginas 520 a 528.
- (6) GUAJARATI, D., ECONOMETRIA BASICA, Bogotá Colombia, traducción, McGraw-Hill, 1981, capítulos 5, 6 y 7, páginas 69 a 130.
- (7) ZARATE, G., REGRESION LINEAL MULTIPLE, apuntes, México, Autor, Centro de Estadística y Cálculo, Universidad Autónoma de Chapingo, 1981.
- (8) KERLINGER, F., INVESTIGACION DEL COMPORTAMIENTO técnicas y metodología, México, traducción, Interamericana, 1975, páginas 223 a 231.
- (9) SHETH, J.N., THE MULTIVARIATE REVOLUTION IN MARKETING - RESEARCH, U.S.A., Journal of Marketing, Vol 35, January 1971, páginas 18 y 19.

- (10) HEWLETT-PACKARD, HP-41C CONJUNTO ESTADÍSTICO, Singapore, traducción, Hewlett-Packard, 1980, programas: estadística básica de dos variables, curvas de ajuste, regresión lineal múltiple, regresión polinómica, páginas 10 a 12 y de 32 a 49.
- (11) DRAPER, N., SMITH, H. APPLIED REGRESSION ANALYSIS, U.S.A., John Wiley & Sons, 1966, páginas 44 a 85, - 306 y 307.
- (12) NIE, N., et al, STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES, U.S.A., second edition, 1975, McGraw-Hill, páginas 320 a 340 y 353 a 367.
- (13) ANTHONY, N.,R., LA CONTABILIDAD EN LA ADMINISTRACION DE EMPRESAS textos y casos, México, traducción, Hispano-Americana, 1974, páginas 69 a 72.
- (14) HILLIER/LIBERMAN, INTRODUCCION A LA INVESTIGACION DE - OPERACIONES, México, traducción, Mc Graw-Hill, 1982, páginas 166 a 173.
- (15) TAHA, A.,H., INVESTIGACION DE OPERACIONES una introducción, México, traducción, Representaciones y servicios de Ingeniería, 1981, páginas 42 a 72, 106 a 107, 534,550 a 561, 580 a 584.
- (16) CANIECE, NOTI-ELECTRONICA boletín CANIECE, No 13, año 17, enero-febrero 1982, páginas 11 y 12.
- (17) CANIECE, INFORME DE ACTIVIDADES ejercicio 1977-1978, - páginas 42 y 43.
- (18) CANIECE, ESTADISTICAS DE VENTAS NACIONALES DE APARATOS ELECTRONICOS, reportes de: septiembre de - 1981, enero y diciembre de 1976.
- (19) MODE, B.E., ELEMENTOS DE PROBABILIDAD Y ESTADISTICA, - México, traducción, Reverté, 1970, página 348.

- (20) BLALOCK, H., CAUSAL INFERENCE IN NONEXPERIMENTAL RESEARCH, U.S.A., The University of North Carolina PRESS, Chapel Hill, séptima reimposición, 1975, páginas 22 a 26.
- (21) ACKOFF, R., THE CORPORATE RAIN DANCE, U.S.A., The Wharton Magazine, Winter 1977, páginas 36-41. Traducción de Paredes A.M.
- (22) NAFINSA, LA ECONOMIA MEXICANA EN CIFRAS, México, Nacional - Financiera, S.A., 1981.

# ANEXOS

## anexo 1

### EL MERCADO DE TELEVISORES

- |      |                                      |     |
|------|--------------------------------------|-----|
| A1.1 | El modelo de regresión lineal simple | a2. |
| A1.2 | El modelo de regresión exponencial   | a3. |
| A1.3 | El modelo de regresión logarítmico   | a4. |
| A1.4 | El modelo de regresión geométrico    | a5. |
| A1.5 | El modelo de regresión polinómico    | a6. |
| A1.6 | Estimación del estadístico t         | a7. |

anexo 1

EL MERCADO DE TELEVISORES  
MODELO DE REGRESION LINEAL SIMPLE

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A  
Hewlett-Packard (10)  
agosto de 1982

ELIN

MERCADO DE TELEVISORES

SIZE 016

XF08 ELIN

ELIN

68.00 ENTER

760172.00 XEQ A

69.00 ENTER

463368.00 XEQ A

70.00 ENTER

423991.00 XEQ A

71.00 ENTER

481225.00 XEQ A

FIX E

72 ENTER

444377 XEQ A

73 ENTER

467144 XEQ A

74 ENTER

530325 XEQ A

75 ENTER

575904 XEQ A

76 ENTER

607331 XEQ A

77 ENTER

691146 XEQ A

78 ENTER

789531 XEQ A

79 ENTER

914622 XEQ A

80 ENTER

979881 XEQ A

81 ENTER

992535 EQ 1

EQ 2

M2=1

a=-3165855

b=58758

92=0, 941049554

93=-3165855, 333

b=58758, 94795

FIX E

REQ E

69.00000000

RUN

Y.=287954,8670

69.00000000

RUN

Y.=338447,9110

70.00000000

RUN

Y.=389473,7550

71.00000000

RUN

Y.=440223,5990

72.00000000

RUN

Y.=491013,4430

73.00000000

RUN

Y.=541803,2870

74.00000000

RUN

Y.=592593,1310

75.00000000

RUN

Y.=643383,0750

76.00000000

RUN

Y.=694173,0190

77.00000000

RUN

Y.=744963,0630

78.00000000

RUN

Y.=795753,0070

79.00000000

RUN

Y.=846543,0510

80.00000000

RUN

Y.=897333,0950

81.00000000

RUN

Y.=948123,0390

82.00000000

RUN

Y.=998913,0830

83.00000000

RUN

Y.=1049703,0270

84.00000000

RUN

Y.=1100493,0710

85.00000000

RUN

Y.=1151283,0150

86.00000000

RUN

Y.=1202073,0590

87.00000000

RUN

Y.=1252863,0030

88.00000000

RUN

Y.=1303653,0470

89.00000000

RUN

Y.=1354443,0910

90.00000000

RUN

anexo 1

EL MERCADO DE TELEVISORES  
MODELO DE REGRESION EXPONENCIAL

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A

Hewlett-Packard (10)

agosto de 1982

60.00000000	RUN				
Y.=342104.2147					
60.00000000	RUN				
Y.=371414.5785					
60.00000000	RUN				
Y.=407045.7324					
60.00000000	RUN				
Y.=447791.5400					
60.00000000	RUN				
Y.=495710.0545					
60.00000000	RUN				
Y.=551000.0001					
60.00000000	RUN				
Y.=614000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=685000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=764000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=851000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=946000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=104900.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=117400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=132400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=149900.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=169900.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=192400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=217400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=254900.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=304900.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=367400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=442400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=530900.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=632400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=747400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=884900.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=104400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=122400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=142400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=164400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=188400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=224400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=272400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=332400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=404400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=499400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=617400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=759400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=926400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=1119400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=1340400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=1590400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=1869400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=2277400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=2824000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=3519400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=4374000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=5409400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=6644000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=8109400.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=9824000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=11824000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=14144000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=16814000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=19874000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=24374000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=29440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=36194000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=44740000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=55240000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=67840000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=82640000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=99740000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=119440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=142040000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=168740000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=200040000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=236440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=278440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=336440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=401940000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=475440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=557440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=649440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=752440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=867440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=994440000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=1134400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=1287400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=1454400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=1634400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=1827400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=2034400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=2254400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=2494400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=2754400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=3034400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=3334400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=3654400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=4004400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=4374400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=4764400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=5174400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=5604400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=6054400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=6524400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=7014400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=7524400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=8054400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=8604400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=9174400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=9764400000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=10374000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=11004000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=11654000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=12324000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=13014000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=13724000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=14454000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=15204000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=15974000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=16764000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=17574000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=18404000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=19254000000.0000					
60.00000000	RUN				
Y.=20124000000.0000					



anexo 1

EL MERCADO DE TELEVISORES  
MODELO DE REGRESION GEOMETRICO

Medio de procesamiento: HP 41C y 82  
agosto de 1982 Hewlett-Packard (10)

MERCADO DE TELEVISORES

MODELO GEOMETRICO

SIZE 016  
XR00 \*OFF\*

PO=0.97  
s=2.27E+6  
h=6.18

EO=0.047455506  
s=0.000001473  
h=0.00443301

XEQ =

FIX =

XEQ =

62.00 ENTER  
360170.00 XEQ P  
69.00 ENTER  
403720.00 XEQ P  
78.00 ENTER  
437910.00 XEQ P  
71.00 ENTER  
401235.00 XEQ P  
78.00 ENTER  
444770.00 XEQ P  
78.00 ENTER  
497140.00 XEQ P  
74.00 ENTER  
510275.00 XEQ P  
78.00 ENTER  
575910.00 XEQ P  
71.00 ENTER  
497370.00 XEQ P  
77.00 ENTER  
591145.00 XEQ P  
78.00 ENTER  
787580.00 XEQ P  
79.00 ENTER  
914220.00 XEQ P  
80.00 ENTER  
929820.00 XEQ P  
81.00 ENTER  
952590.00 XEQ P

89.00000000 RUN  
Y.=337420.4504  
89.00000000 RUN  
Y.=359274.5814  
78.00000000 RUN  
Y.=413100.5540  
71.00000000 RUN  
Y.=429157.6894  
78.00000000 RUN  
Y.=478774.5472  
78.00000000 RUN  
Y.=510719.1094  
78.00000000 RUN  
Y.=557317.9055  
78.00000000 RUN  
Y.=617514.0445  
71.00000000 RUN  
Y.=657211.0017  
78.00000000 RUN  
Y.=721211.7452  
71.00000000 RUN  
Y.=770211.7452  
83.00000000 RUN  
Y.=842170.7019  
83.00000000 RUN  
Y.=909300.4634  
81.00000000 RUN  
Y.=980379.3129  
81.00000000 RUN  
Y.=1057129.743  
87.00000000 RUN  
Y.=117497.1265  
81.00000000 RUN  
Y.=124741.067  
87.00000000 RUN  
Y.=131151.247  
87.00000000 RUN  
Y.=1417145.375  
87.00000000 RUN  
Y.=1516777.177  
89.00000000 RUN  
Y.=1627759.219  
86.00000000 RUN  
Y.=1741111.154

anexo 1

EL MERCADO DE TELEVISORES  
EL MODELO DE REGRESION POLINOMICO  
DE SEGUNDO ORDEN

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A  
Hewlett-Packard (10)

agosto 1982

XEE  
 Y=367688.6708  
 Y=381587.9588  
 Y=401793.2588  
 Y=427954.7508  
 Y=469741.6588  
 Y=498942.8588  
 Y=547518.4588  
 Y=594574.7588  
 Y=638000.7588  
 Y=687822.1588  
 Y=714291.1288  
 Y=762244.4588  
 Y=809800.0088  
 Y=858811.2188  
 Y=948272.7388  
 Y=1027861.6688  
 Y=1121598.7588  
 Y=1221487.7588  
 Y=1327442.1688  
 Y=1475891.4088  
 Y=1577401.5488  
 Y=1678440.8588  
 Y=1812401.7588

51.00000000 RUK  
 52.00000000 RUK  
 53.00000000 RUK  
 54.00000000 RUK  
 55.00000000 RUK  
 56.00000000 RUK  
 57.00000000 RUK  
 58.00000000 RUK  
 59.00000000 RUK  
 60.00000000 RUK  
 61.00000000 RUK  
 62.00000000 RUK  
 63.00000000 RUK  
 64.00000000 RUK  
 65.00000000 RUK  
 66.00000000 RUK  
 67.00000000 RUK  
 68.00000000 RUK  
 69.00000000 RUK  
 70.00000000 RUK  
 71.00000000 RUK  
 72.00000000 RUK  
 73.00000000 RUK  
 74.00000000 RUK  
 75.00000000 RUK  
 76.00000000 RUK  
 77.00000000 RUK  
 78.00000000 RUK  
 79.00000000 RUK  
 80.00000000 RUK  
 81.00000000 RUK  
 82.00000000 RUK  
 83.00000000 RUK  
 84.00000000 RUK  
 85.00000000 RUK  
 86.00000000 RUK  
 87.00000000 RUK  
 88.00000000 RUK  
 89.00000000 RUK  
 90.00000000 RUK  
 91.00000000 RUK  
 92.00000000 RUK  
 93.00000000 RUK  
 94.00000000 RUK  
 95.00000000 RUK  
 96.00000000 RUK  
 97.00000000 RUK  
 98.00000000 RUK  
 99.00000000 RUK  
 100.00000000 RUK

59.00 ENTER  
 766178.00 EQ  
 66.00 ENTER  
 403723.00 EQ  
 78.00 ENTER  
 413991.00 EQ  
 71.00 ENTER  
 401237.00 EQ  
 70.00 ENTER  
 444377.00 EQ  
 77.00 ENTER  
 497144.00 EQ  
 74.00 ENTER  
 530325.00 EQ  
 75.00 ENTER  
 575984.00 EQ  
 76.00 ENTER  
 687371.00 EQ  
 77.00 ENTER  
 651146.00 EQ  
 78.00 ENTER  
 749581.00 EQ  
 79.00 ENTER  
 914830.00 EQ  
 88.00 ENTER  
 917101.00 EQ  
 91.00 ENTER  
 961251.00 EQ

XEE  
 Y=13997878.14  
 Y=-486217.6722  
 Y=3067.164552  
 Y=8.955937863  
 Y=13997930.14  
 Y=-486217.6722  
 Y=3067.164552

51.00000000 RUK  
 52.00000000 RUK  
 53.00000000 RUK  
 54.00000000 RUK  
 55.00000000 RUK  
 56.00000000 RUK  
 57.00000000 RUK  
 58.00000000 RUK  
 59.00000000 RUK  
 60.00000000 RUK  
 61.00000000 RUK  
 62.00000000 RUK  
 63.00000000 RUK  
 64.00000000 RUK  
 65.00000000 RUK  
 66.00000000 RUK  
 67.00000000 RUK  
 68.00000000 RUK  
 69.00000000 RUK  
 70.00000000 RUK  
 71.00000000 RUK  
 72.00000000 RUK  
 73.00000000 RUK  
 74.00000000 RUK  
 75.00000000 RUK  
 76.00000000 RUK  
 77.00000000 RUK  
 78.00000000 RUK  
 79.00000000 RUK  
 80.00000000 RUK  
 81.00000000 RUK  
 82.00000000 RUK  
 83.00000000 RUK  
 84.00000000 RUK  
 85.00000000 RUK  
 86.00000000 RUK  
 87.00000000 RUK  
 88.00000000 RUK  
 89.00000000 RUK  
 90.00000000 RUK  
 91.00000000 RUK  
 92.00000000 RUK  
 93.00000000 RUK  
 94.00000000 RUK  
 95.00000000 RUK  
 96.00000000 RUK  
 97.00000000 RUK  
 98.00000000 RUK  
 99.00000000 RUK  
 100.00000000 RUK



# anexo 2

## EL MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO

A2.1 El modelo de regresión lineal	a9.
A2.2 El modelo de regresión exponencial	a10.
A2.3 El modelo de regresión logarítmico	a11.
A2.4 El modelo de regresión geométrico	a12.
A2.5 El modelo de regresión polinómico	a13.
A2.6 Estimación del estadístico t	a14.

ex 2

MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO  
M DELO DE REGRESION LINEAL

Mo de procesamiento: HP 41C y 82143A

Hewlett-Packard (10)

osio 1982

TELEVISORES

E-  
FEB 8

67.00 ENTER  
68.00 SEC A  
69.00 ENTER  
70.00 SEC A  
71.00 ENTER  
72.00 SEC A  
73.00 ENTER  
74.00 SEC A  
75.00 ENTER  
76.00 SEC A  
77.00 ENTER  
78.00 SEC A  
79.00 ENTER  
80.00 SEC A  
81.00 ENTER  
82.00 SEC A  
83.00 ENTER  
84.00 SEC A  
85.00 ENTER  
86.00 SEC A  
87.00 ENTER  
88.00 SEC A  
89.00 ENTER  
90.00 SEC A  
91.00 ENTER  
92.00 SEC A  
93.00 ENTER  
94.00 SEC A  
95.00 ENTER  
96.00 SEC A  
97.00 ENTER  
98.00 SEC A  
99.00 ENTER  
100.00 SEC A

10=0.00  
11=2179777.30  
12=74392.07  
  
1000.000000000  
11=2179777.300  
12=74392.070

SEE E  
SEE E  
SEE E

68.000000000 RUN  
Y.=288087.7820  
69.000000000 RUN  
Y.=324375.3560  
70.000000000 RUN  
Y.=360667.9310  
71.000000000 RUN  
Y.=396960.0050  
72.000000000 RUN  
Y.=433252.0810  
73.000000000 RUN  
Y.=469544.1550  
74.000000000 RUN  
Y.=505836.2290  
75.000000000 RUN  
Y.=542128.3030  
76.000000000 RUN  
Y.=578420.3770  
77.000000000 RUN  
Y.=614712.4510  
78.000000000 RUN  
Y.=651004.5250  
79.000000000 RUN  
Y.=687296.5990  
80.000000000 RUN  
Y.=723588.6730  
81.000000000 RUN  
Y.=759880.7470  
82.000000000 RUN  
Y.=796172.8210  
83.000000000 RUN  
Y.=832464.8950  
84.000000000 RUN  
Y.=868756.9690  
85.000000000 RUN  
Y.=905049.0430  
86.000000000 RUN  
Y.=941341.1170  
87.000000000 RUN  
Y.=977633.1910  
88.000000000 RUN  
Y.=1013925.2650  
89.000000000 RUN  
Y.=1050517.3390  
90.000000000 RUN  
Y.=1087109.4130  
91.000000000 RUN  
Y.=1123701.4870  
92.000000000 RUN  
Y.=1160293.5610  
93.000000000 RUN  
Y.=1196885.6350  
94.000000000 RUN  
Y.=1233477.7090  
95.000000000 RUN  
Y.=1270069.7830  
96.000000000 RUN  
Y.=1306661.8570  
97.000000000 RUN  
Y.=1343253.9310  
98.000000000 RUN  
Y.=1379846.0050  
99.000000000 RUN  
Y.=1416438.0790  
100.000000000 RUN  
Y.=1453030.1530

número 2

EL MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO  
EL MODELO DE REGRESION EXPONENCIAL

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A

Hewlett-Packard (10)

agosto 1982

TELEVISORES  
NEGRO  
BLANCO

10.00 ENTER  
11.00 ENTER  
12.00 ENTER  
13.00 ENTER  
14.00 ENTER  
15.00 ENTER  
16.00 ENTER  
17.00 ENTER  
18.00 ENTER  
19.00 ENTER  
20.00 ENTER  
21.00 ENTER  
22.00 ENTER  
23.00 ENTER  
24.00 ENTER  
25.00 ENTER  
26.00 ENTER  
27.00 ENTER  
28.00 ENTER  
29.00 ENTER  
30.00 ENTER  
31.00 ENTER  
32.00 ENTER  
33.00 ENTER  
34.00 ENTER  
35.00 ENTER  
36.00 ENTER  
37.00 ENTER  
38.00 ENTER  
39.00 ENTER  
40.00 ENTER  
41.00 ENTER  
42.00 ENTER  
43.00 ENTER  
44.00 ENTER  
45.00 ENTER  
46.00 ENTER  
47.00 ENTER  
48.00 ENTER  
49.00 ENTER  
50.00 ENTER  
51.00 ENTER  
52.00 ENTER  
53.00 ENTER  
54.00 ENTER  
55.00 ENTER  
56.00 ENTER  
57.00 ENTER  
58.00 ENTER  
59.00 ENTER  
60.00 ENTER  
61.00 ENTER  
62.00 ENTER  
63.00 ENTER  
64.00 ENTER  
65.00 ENTER  
66.00 ENTER  
67.00 ENTER  
68.00 ENTER  
69.00 ENTER  
70.00 ENTER  
71.00 ENTER  
72.00 ENTER  
73.00 ENTER  
74.00 ENTER  
75.00 ENTER  
76.00 ENTER  
77.00 ENTER  
78.00 ENTER  
79.00 ENTER  
80.00 ENTER  
81.00 ENTER  
82.00 ENTER  
83.00 ENTER  
84.00 ENTER  
85.00 ENTER  
86.00 ENTER  
87.00 ENTER  
88.00 ENTER  
89.00 ENTER  
90.00 ENTER  
91.00 ENTER  
92.00 ENTER  
93.00 ENTER  
94.00 ENTER  
95.00 ENTER  
96.00 ENTER  
97.00 ENTER  
98.00 ENTER  
99.00 ENTER  
100.00 ENTER

REG E  
R0=0.07  
s=2665.99  
c=0.07  
Prog. 077044020  
s=2665.991570  
c=0.070377344

REG E  
R0 :  
s :  
c :

60.00000000 RUN  
Y.=741541.5913 RUN  
70.00000000 RUN  
Y.=368444.7345 RUN  
71.00000000 RUN  
Y.=397151.7717 RUN  
72.00000000 RUN  
Y.=421790.6427 RUN  
73.00000000 RUN  
Y.=452533.7189 RUN  
74.00000000 RUN  
Y.=483507.7500 RUN  
75.00000000 RUN  
Y.=509994.7711 RUN  
76.00000000 RUN  
Y.=531101.8145 RUN  
77.00000000 RUN  
Y.=553559.2307 RUN  
78.00000000 RUN  
Y.=5643244.5657 RUN  
79.00000000 RUN  
Y.=650117.2123 RUN  
80.00000000 RUN  
Y.=740407.1242 RUN  
81.00000000 RUN  
Y.=744357.1568 RUN  
82.00000000 RUN  
Y.=851274.2992 RUN  
83.00000000 RUN  
Y.=914771.5548 RUN  
84.00000000 RUN  
Y.=930557.5501 RUN  
85.00000000 RUN  
Y.=1059474.530 RUN  
86.00000000 RUN  
Y.=1125121.147 RUN  
87.00000000 RUN  
Y.=1211795.417 RUN  
88.00000000 RUN  
Y.=1299744.251 RUN  
89.00000000 RUN  
Y.=1744765.652 RUN  
90.00000000 RUN  
Y.=1497167.203

anexo 2

EL MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO  
EL MODELO DE REGRESION LOGARITMICO

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A  
Hewlett-Packard (10)

agosto 1982

MERCADO DE TELEVISORES

BLANCO Y NEGRO  
MODELO LOGARITMICO

SIZE 010  
YROM \*DLOG

68.00	ENTER	*
722779.00	NEG	*
69.00	ENTER	*
500099.00	NEG	*
70.00	ENTER	*
373997.00	NEG	*
71.00	ENTER	*
368813.00	NEG	*
72.00	ENTER	*
401972.00	NEG	*
73.00	ENTER	*
446606.00	NEG	*
74.00	ENTER	*
472749.00	NEG	*
75.00	ENTER	*
507079.00	NEG	*
76.00	ENTER	*
563619.00	NEG	*
77.00	ENTER	*
592501.00	NEG	*
78.00	ENTER	*
627690.00	NEG	*
79.00	ENTER	*
750796.00	NEG	*
80.00	ENTER	*
777841.00	NEG	*
81.00	ENTER	*
791111.00	NEG	*

PR=2.10  
 S=17551.89  
 B=91716.70

PR=2.25-110517  
 S=15551.0100  
 B=91716.49720

KEY E

FIX  
NEG

82.00000000	RUN
Y.=504596.4515	
83.00000000	RUN
Y.=507763.1954	
84.00000000	RUN
Y.=507941.8929	
85.00000000	RUN
Y.=508121.4279	
86.00000000	RUN
Y.=510301.0997	
87.00000000	RUN
Y.=511231.6243	
88.00000000	RUN
Y.=511771.2749	
89.00000000	RUN
Y.=511871.7743	
90.00000000	RUN
Y.=511947.5944	
91.00000000	RUN
Y.=511671.0093	
92.00000000	RUN
Y.=517937.6947	
93.00000000	RUN
Y.=519257.9877	
94.00000000	RUN
Y.=520512.3024	
95.00000000	RUN
Y.=521751.6350	
96.00000000	RUN
Y.=522974.5661	
97.00000000	RUN
Y.=524183.2782	
98.00000000	RUN
Y.=525377.4364	
99.00000000	RUN
Y.=526557.5999	
100.00000000	RUN
Y.=527721.8796	
101.00000000	RUN
Y.=528874.4395	
102.00000000	RUN
Y.=530014.2184	
103.00000000	RUN
Y.=531143.1130	
104.00000000	RUN
Y.=532263.1260	



anexo 2

EL MERCADO DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO  
EL MODELO DE REGRESION POLINOMICO  
DE SEGUNDO ORDEN

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A  
agosto 1982

MERCADO DE TELEVISORES  
BLANCO Y NEGRO  
MODELO POLINOMICO  
SEGUNDO ORDEN

SIZE R45  
XROM 119014M

68.00 ENTER  
70.00 ENTER  
72.00 ENTER  
74.00 ENTER  
76.00 ENTER  
78.00 ENTER  
80.00 ENTER  
82.00 ENTER  
84.00 ENTER  
86.00 ENTER  
88.00 ENTER  
90.00 ENTER  
92.00 ENTER  
94.00 ENTER  
96.00 ENTER  
98.00 ENTER  
100.00 ENTER  
102.00 ENTER  
104.00 ENTER  
106.00 ENTER  
108.00 ENTER  
110.00 ENTER  
112.00 ENTER  
114.00 ENTER  
116.00 ENTER  
118.00 ENTER  
120.00 ENTER  
122.00 ENTER  
124.00 ENTER  
126.00 ENTER  
128.00 ENTER  
130.00 ENTER  
132.00 ENTER  
134.00 ENTER  
136.00 ENTER  
138.00 ENTER  
140.00 ENTER  
142.00 ENTER  
144.00 ENTER  
146.00 ENTER  
148.00 ENTER  
150.00 ENTER  
152.00 ENTER  
154.00 ENTER  
156.00 ENTER  
158.00 ENTER  
160.00 ENTER  
162.00 ENTER  
164.00 ENTER  
166.00 ENTER  
168.00 ENTER  
170.00 ENTER  
172.00 ENTER  
174.00 ENTER  
176.00 ENTER  
178.00 ENTER  
180.00 ENTER  
182.00 ENTER  
184.00 ENTER  
186.00 ENTER  
188.00 ENTER  
190.00 ENTER  
192.00 ENTER  
194.00 ENTER  
196.00 ENTER  
198.00 ENTER  
200.00 ENTER

a2=0.07  
s=2665174.70  
b=-126445.85  
c=1692.33  
  
R2=0.966431036  
s=3565174.707  
b=-126455.0481  
c=1692.329770

FIX 9  
RES E

68.00000000 R1  
Y=314484.2579  
69.00000000 R0  
Y=329668.4160  
70.00000000 R1  
Y=365937.3099  
71.00000000 R0  
Y=383590.4504  
72.00000000 R1  
Y=422329.7378  
73.00000000 R0  
Y=454451.5358  
74.00000000 R1  
Y=481771.9249  
75.00000000 R0  
Y=503451.0599  
76.00000000 R0  
Y=523329.7399  
77.00000000 R0  
Y=447789.2040  
78.00000000 R0  
Y=464475.2710  
79.00000000 R0  
Y=481655.9370  
80.00000000 R0  
Y=478981.3880  
81.00000000 R0  
Y=478981.4230  
82.00000000 R0  
Y=463966.1350  
83.00000000 R0  
Y=483365.4999  
84.00000000 R0  
Y=494499.5100  
85.00000000 R1  
Y=1007726.209  
86.00000000 R1  
Y=1003901.541  
87.00000000 R0  
Y=1132755.751  
88.00000000 R1  
Y=1150751.211  
89.00000000 R1  
Y=1151121.579  
90.00000000 R1  
Y=1151121.579



anexo 3

EL MERCADO DE TELEVISORES DE COLOR

A3.1	El modelo de regresión lineal	a16.
A3.2	El modelo de regresión exponencial	a17.
A3.3	El modelo de regresión logarítmico	a18.
A3.4	El modelo de regresión geométrico	a19.
A3.5	El modelo de regresión polinómico de segundo orden	a20.
A3.6	El modelo de regresión polinómico de tercer orden	a21.





anexo 3

EL MERCADO DE TELEVISORES DE COLOR  
EL MODELO DE REGRESION LOGARITMICO

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A  
Hewlett-Packard (10)

agosto 1982

MERCADO DE TELEVISORES  
DE COLOR

MODELO LOGARITMICO

LOG XEB :

63.00	ENTERA
37371.00	XEB A
69.00	ENTERA
40142.00	XEB A
70.00	ENTERA
50004.00	XEB A
71.00	ENTERA
33413.00	XEB A
71.00	ENTERA
40447.00	XEB A
73.00	ENTERA
50453.00	XEB A
74.00	ENTERA
57057.00	XEB A
75.00	ENTERA
66527.00	XEB A
75.00	ENTERA
67512.00	XEB A
77.00	ENTERA
92245.00	XEB A
78.00	ENTERA
101521.00	XEB A
79.00	ENTERA
154525.00	XEB A
80.00	ENTERA
322447.00	XEB A
81.00	ENTERA
355137.00	XEB A

$R^2=0,77$   
 $a=-4429596,47$   
 $b=1265832,14$

$RC=0,772468276$   
 $aa=-457541,435$   
 $bb=1265832,1432$

XEB E

FOA E  
XEB E

68.00000000	RUN
Y.=-1659,79699	
69.00000000	RUN
Y.=-17399,40700	
70.00000000	RUN
Y.=-20217,07700	
71.00000000	RUN
Y.=-44320,21400	
72.00000000	RUN
Y.=-59216,09500	
73.00000000	RUN
Y.=-73906,59500	
74.00000000	RUN
Y.=-90757,80700	
75.00000000	RUN
Y.=-109797,2770	
76.00000000	RUN
Y.=-130749,7400	
77.00000000	RUN
Y.=-153721,2130	
78.00000000	RUN
Y.=-178464,6720	
79.00000000	RUN
Y.=-205872,1790	
80.00000000	RUN
Y.=-235429,8630	
81.00000000	RUN
Y.=-26755,5210	
82.00000000	RUN
Y.=-197727,6770	
83.00000000	RUN
Y.=-210477,7400	
84.00000000	RUN
Y.=-227757,4490	
85.00000000	RUN
Y.=-249444,5940	
86.00000000	RUN
Y.=-274457,3250	
87.00000000	RUN
Y.=-302761,8430	
88.00000000	RUN
Y.=-334476,0790	
89.00000000	RUN
Y.=-369471,4970	
90.00000000	RUN
Y.=-407473,4870	

anexo 3

EL MERCADO DE TELEVISORES DE COLOR  
EL MODELO DE REGRESION GEOMETRICO

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A  
Hewlett-Packard (10)

agosto 1982

MERCADO DE TELEVISORES  
DE COLOR

MODELO GEOMETRICO

XEQ A  
 66.00 ENTER  
 67229.00 XEQ A  
 69.00 ENTER  
 47143.00 XEQ A  
 71.00 ENTER  
 51214.00 XEQ A  
 71.00 ENTER  
 72412.00 XEQ A  
 72.00 ENTER  
 48447.00 XEQ A  
 73.00 ENTER  
 58456.00 XEQ A  
 74.00 ENTER  
 57887.00 XEQ A  
 75.00 ENTER  
 69595.00 XEQ A  
 75.00 ENTER  
 87512.00 XEQ A  
 77.00 ENTER  
 98245.00 XEQ A  
 78.00 ENTER  
 101901.00 XEQ A  
 78.00 ENTER  
 150524.00 XEQ A  
 80.00 ENTER  
 202041.00 XEQ A  
 81.00 ENTER  
 255491.00 XEQ A

EQ=8.99  
 a=0.005-16  
 b=10.99  
 P=68.881077743  
 S=10.000073375-16  
 E=16.95777224

XEQ E  
 EQ S  
 XEQ E

68.00000000  
 Y.=28349.23475  
 69.00000000  
 Y.=37291.52641  
 70.00000000  
 Y.=38461.37732  
 71.00000000  
 Y.=45554.29254  
 72.00000000  
 Y.=53123.57518  
 73.00000000  
 Y.=61816.67632  
 74.00000000  
 Y.=71784.13518  
 75.00000000  
 Y.=83701.47171  
 76.00000000  
 Y.=94127.87358  
 77.00000000  
 Y.=111034.8714  
 78.00000000  
 Y.=128404.7447  
 78.00000000  
 Y.=147937.6943  
 80.00000000  
 Y.=169960.2939  
 81.00000000  
 Y.=193784.5283  
 82.00000000  
 Y.=221752.7312  
 83.00000000  
 Y.=253743.1359  
 84.00000000  
 Y.=289972.5517  
 85.00000000  
 Y.=330394.8824  
 86.00000000  
 Y.=374214.7577  
 87.00000000  
 Y.=420434.6737  
 88.00000000  
 Y.=467506.6591  
 89.00000000  
 Y.=524657.1162  
 90.00000000  
 Y.=584994.8212



anexo 3

EL MERCADO DE TELEVISORES DE COLOR  
EL MODELO DE REGRESION POLINOMICO  
DE TERCER ORDEN

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A  
Hewlett-Packard (10)

agosto 1982

MERCADO DE TELEVISORES  
DE COLOR

MODELO POLINOMICO

ENTRADA NEG A  
ENTRADA NEG B  
ENTRADA NEG C  
ENTRADA NEG D

67.00 ENTER+  
37974.00 NEG A  
69.00 ENTER+  
43160.00 NEG B  
70.00 ENTER+  
50014.00 NEG C  
71.00 ENTER+  
32412.00 NEG A  
72.00 ENTER+  
42447.00 NEG B  
73.00 ENTER+  
58451.00 NEG C  
74.00 ENTER+  
57027.00 NEG A  
75.00 ENTER+  
63995.00 NEG B  
76.00 ENTER+  
67511.00 NEG C  
77.00 ENTER+  
68945.00 NEG A  
78.00 ENTER+  
121991.00 NEG B  
79.00 ENTER+  
156587.00 NEG C  
80.00 ENTER+  
902841.00 NEG A  
81.00 ENTER+  
255617.00 NEG B

02=0.00  
a=-54041405.56  
b=1305790.44  
c=-11750.37  
d=155.543652  
  
R2=0.991951532  
s=-54041405.56  
t=1305790.443  
u=-32740.36869  
v=155.543652

NEG E  
NEG F  
NEG G  
NEG H  
NEG I  
NEG J  
NEG K  
NEG L  
NEG M  
NEG N  
NEG O  
NEG P  
NEG Q  
NEG R  
NEG S  
NEG T  
NEG U  
NEG V  
NEG W  
NEG X  
NEG Y  
NEG Z

68.00000000 P  
Y=37754.00000  
69.00000000 P  
Y=40510.00000  
70.00000000 P  
Y=43266.00000  
71.00000000 P  
Y=46022.00000  
72.00000000 P  
Y=48778.00000  
73.00000000 P  
Y=51534.00000  
74.00000000 P  
Y=54290.00000  
75.00000000 P  
Y=57046.00000  
76.00000000 P  
Y=59802.00000  
77.00000000 P  
Y=62558.00000  
78.00000000 P  
Y=65314.00000  
79.00000000 P  
Y=68070.00000  
80.00000000 P  
Y=70826.00000  
81.00000000 P  
Y=73582.00000  
82.00000000 P  
Y=76338.00000  
83.00000000 P  
Y=79094.00000  
84.00000000 P  
Y=81850.00000  
85.00000000 P  
Y=84606.00000  
86.00000000 P  
Y=87362.00000  
87.00000000 P  
Y=90118.00000  
88.00000000 P  
Y=92874.00000  
89.00000000 P  
Y=95630.00000  
90.00000000 P  
Y=98386.00000  
91.00000000 P  
Y=101142.00000  
92.00000000 P  
Y=103898.00000  
93.00000000 P  
Y=106654.00000  
94.00000000 P  
Y=109410.00000  
95.00000000 P  
Y=112166.00000  
96.00000000 P  
Y=114922.00000  
97.00000000 P  
Y=117678.00000  
98.00000000 P  
Y=120434.00000  
99.00000000 P  
Y=123190.00000  
100.00000000 P  
Y=125946.00000

# anexo 4

## LOS DATOS HISTORICOS DE LA EMPRESA.

A4.1 Las unidades vendidas del televisor de blanco y negro	a23.
A4.2 Las unidades vendidas del televisor de color	a23.
A4.3 Los precios de venta de los televisores de blanco y negro	a24.
A4.4 Los precios de venta de los televisores de color	a24.
A4.5 Las ventas en pesos del televisor de blanco y negro	a25.
A4.6 Las ventas en pesos del televisor de color	a25.
A4.7 Las ventas de los televisores	a26.
A4.8 La publicidad de los televisores	a26.
A4.9 El costo directo del televisor de blanco y negro	a27.
A4.10 El costo directo del televisor de color	a27.
A4.11 El costo directo de los televisores	a28.
A4.12 Otros gastos e impuestos.	a28.
A4.13 El estado de pérdidas y ganancias	a29.

## LOS DATOS HISTORICOS DE LA EMPRESA ZETA S.A.

T A B L A A4.1

LAS UNIDADES VENDIDAS  
DE TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO  
ZETA S.A.

año	total	mediana	grande	chica
1977	72.94	38.22	12.82	21.90
1978	68.87	36.11	10.94	21.82
1979	58.08	30.29	8.18	19.61
1980	59.92	30.80	7.64	21.48
1981	60.10	34.05	7.00	19.05

Las cifras en miles de unidades  
La clasificación en tamaño de pantalla

T A B L A A4.2

LAS UNIDADES VENDIDAS  
DE TELEVISORES DE COLOR  
ZETA S.A.

año	total	mediana	grande	chica
1977	17.90	5.72	2.33	9.85
1978	27.60	9.66	3.31	14.63
1979	26.00	10.40	2.86	12.74
1980	35.00	14.70	3.50	16.80
1981	38.90	17.12	3.50	18.28

Las cifras en miles de unidades.  
La clasificación en tamaño de pantalla.

En las tablas siguientes se presentan los precios de venta de los televisores de blanco y negro y de los televisores de color respectivamente. Estos precios son los precios a los que la empresa Zeta vendió sus productos a los distribuidores.

anexo 4

T A B L A A4.3

LOS PRECIOS DE VENTA  
DE LOS TELEVISORES DE BLANCO Y NEGRO.  
ZETA S.A.

año	mediana \$	grande \$	chica \$
1977	2,669	3,372	2,205
1978	3,443	4,349	2,846
1979	4,026	5,086	3,327
1980	4,637	5,858	3,833
1981	5,866	7,411	4,848

Las cifras en pesos.  
La clasificación en tamaño de pantalla.

T A B L A A4.4

LOS PRECIOS DE VENTA  
DE LOS TELEVISORES DE COLOR.  
ZETA S.A.

año	mediana \$	grande \$	chica \$
1977	6,346	7,662	3,432
1978	8,186	9,884	4,428
1979	9,571	11,556	5,178
1980	11,960	14,440	6,469
1981	15,129	18,266	8,184

Las cifras en pesos.  
La clasificación en tamaño de pantalla.

Las cifras de venta se obtienen multiplicando las -  
unidades vendidas por el precio de venta al distribuidor. -  
En la tabla A4.7 se tiene el valor en pesos de las ventas de  
la empresa bajo estudio.

anexo 4

T A B L A A4.5

LAS VENTAS EN PESOS  
DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO.  
ZETA S.A.

año	total \$	mediana \$	grande \$	chica \$
1977	193.52	102.0	43.23	48.29
1978	233.98	124.3	47.58	62.10
1979	228.74	121.9	41.60	65.24
1980	269.91	142.8	44.78	82.33
1981	343.93	199.7	51.88	92.35

Las cifras en millones de pesos.  
La clasificación en tamaño de pantalla.

T A B L A A4.6

LAS VENTAS EN PESOS  
DEL TELEVISOR DE COLOR.  
ZETA S.A.

año	total \$	mediana \$	grande \$	chica \$
1977	87.95	36.30	17.85	33.80
1978	176.58	79.08	32.72	64.78
1979	198.56	99.54	33.05	65.97
1980	335.03	175.81	50.54	108.68
1981	472.53	259.00	63.93	149.60

Las cifras en millones de pesos.  
La clasificación en tamaño de pantalla.

anexo 4

## T A B L A A4.7

LAS VENTAS  
DE LOS TELEVISORES.  
ZETA S.A.

año	total	blanco y negro	color
1977	281.47	193.52	87.95
1978	410.56	233.98	176.58
1979	427.30	228.74	198.56
1980	604.94	269.91	335.03
1981	816.46	343.93	472.53

Las cifras en millones de pesos.

La empresa Zeta destinó recursos a la publicidad de los productos que vende, de acuerdo a la siguiente tabla:

## T A B L A A4.8

LA PUBLICIDAD  
DE LOS TELEVISORES.  
ZETA S.A.

año	total \$	televisor B&N \$	televisor color \$
1977	13.52	10.51	3.01
1978	15.53	11.70	3.83
1979	21.37	11.44	9.93
1980	30.25	13.50	16.75
1981	40.83	17.20	23.63

Las cifras en millones de pesos.

## anexo 4

Tomando en consideración todos los costos que tienen relación directa con los productos que manufactura la empresa, tales como la mano de obra directa, la materia prima empleada etc. y de acuerdo con el sistema de costos de la empresa, se forma el costo directo de los productos. En las siguientes - dos tablas se muestran los costos mencionados.

## T A B L A A4.9

EL COSTO DIRECTO  
DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO.  
ZETA S.A.

año	unidades	costo	costo unitario
1977	72.94	98.47	1.350
1978	68.87	119.01	1.728
1979	58.08	118.43	2.039
1980	59.92	144.17	2.406
1981	60.10	186.49	3.103

En miles de unidades.

El costo unitario es un costo ponderado (\$1,000 pesos).

El costo en millones de pesos.

## T A B L A A4.10

EL COSTO DIRECTO  
DEL TELEVISOR DE COLOR.  
ZETA S.A.

año	unidades	costo	costo unitario
1977	17.90	52.63	2.940
1978	27.60	103.86	3.763
1979	26.00	115.44	4.440
1980	35.00	183.37	5.239
1981	38.90	262.96	6.760

En miles de unidades.

El costo unitario es un costo ponderado (\$1,000 pesos).

El costo en millones de pesos.

anexo 4

Con la información de los datos directos de los dos productos considerados, se forma la siguiente tabla:

TABLA A4.11

EL COSTO DIRECTO DE LOS TELEVISORES.

ZETA S.A.

año	total	B&N	color
1977	151.10	98.47	52.63
1978	222.87	119.01	103.86
1979	233.87	118.43	115.44
1980	327.54	144.17	183.37
1981	449.45	186.49	262.96

Las cifras en millones de pesos.

En la tabla A4.12 se muestran otros gastos realizados por la empresa, tales como gastos de operación, pago de intereses sobre capital e impuestos.

TABLA A4.12

OTROS GASTOS E IMPUESTOS.

ZETA S.A.

año	operación	intereses	impuestos
1977	45.03	38.74	16.54
1978	61.58	40.65	34.96
1979	68.37	37.06	33.31
1980	90.74	39.29	58.56
1981	130.63	50.92	72.30

Las cifras en millones de pesos.

En la tabla A4.13 se muestra el Estado de Pérdidas y Ganancias de la empresa Zeta S.A., en los cinco años considerados.

## anexo 4

## T A B L A A4.13

EL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS.  
ZETA S.A.

	1977	1978	1979	1980	1981
VENTAS	281.47	410.56	427.30	604.94	816.46
GASTOS					
costo directo	151.10	222.87	233.87	327.54	449.45
publicidad	13.52	15.53	21.37	30.25	40.83
operación	45.03	61.58	68.37	90.74	130.63
intereses	38.74	40.65	37.06	39.29	50.92
TOTAL	248.39	340.63	360.67	487.82	671.86
UTILIDAD	33.08	69.93	66.63	117.12	144.60
IMPUESTOS	16.54	34.96	33.31	58.56	72.30
UTILIDAD NETA	16.54	34.97	33.32	58.56	72.30

Las cifras en millones de pesos.

LA EXPLICACION DE LAS VENTAS DE ZETA S.A.  
DEL TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO

- A5.1 El modelo lineal simple a31.
- A5.2 El modelo de regresión múltiple con dos variables independientes a32.
- A5.3 El modelo de regresión múltiple con tres variables independientes. a34.









anexo 6

LA EXPLICACION DE LAS VENTAS DE ZETA S.A.  
DEL TELEVISOR DE COLOR

- A6.1 El modelo lineal simple a36.
- A6.2 El modelo de regresión múltiple con dos variables independientes a37.
- A6.3 El modelo de regresión múltiple con tres variables independientes a39.



anexo 6

LA EXPLICACION DE LAS VENTAS DE ZETA S.A.  
DEL TELEVISOR DE COLOR

EL MODELO DE REGRESION MULTIPLE  
DOS VARIABLES INDEPENDIENTES

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A  
Hewlett-Packard (10)

agosto 1982

ZETA S.A.  
TELEVISOR COLOR  
MODELO DOS VARIABLES  
INDEPENDIENTES

MODELO:  $Y = a + bX_1 + cX_2$   
REGRESION MULTIPLE  
ZETA S.A.  
17.70 ENTER  
11.31 ENTER  
17.90 ENTER  
18.41 ENTER  
11.40 ENTER  
17.80 ENTER  
19.17 ENTER  
17.74 ENTER  
26.80 ENTER  
16.90 ENTER  
19.30 ENTER  
25.00 ENTER  
20.56 ENTER  
11.94 ENTER  
34.90 ENTER  
F1: 1  
F2: 1  
F3: 1

P2=A, 95735757  
a=-66.1900000  
b=4.621107049  
c=0.92441971  
17.70000000 ENTER  
4.620000000 F1  
T1=19.79192148  
18.42000000 ENTER  
4.620000000 F1  
T1=24.11427847  
19.17000000 ENTER  
4.620000000 F1  
T1=23.81700004  
19.30000000 ENTER  
4.620000000 F1  
T1=23.64470194  
25.00000000 ENTER  
4.620000000 F1  
T1=27.11551114

MODELO:  $Y = a + bX_1 + cX_2$   
REGRESION MULTIPLE  
ZETA S.A.  
17.70 ENTER  
78.84 ENTER  
17.90 ENTER  
18.41 ENTER  
11.40 ENTER  
17.80 ENTER  
19.17 ENTER  
17.74 ENTER  
26.80 ENTER  
14.97 ENTER  
19.30 ENTER  
25.00 ENTER  
20.56 ENTER  
30.10 ENTER  
38.90 ENTER  
F1: 9  
F2: 9  
F3: 9

P2=A, 95735757  
a=-152.1557992  
b=0.847845882  
c=0.47411958  
17.70000000 ENTER  
78.84000000 F1  
T1=26.41577748  
18.42000000 ENTER  
78.84000000 F1  
T1=24.81017448  
19.17000000 ENTER  
78.84000000 F1  
T1=23.57060000  
19.30000000 ENTER  
78.84000000 F1  
T1=24.10180000  
25.00000000 ENTER  
78.84000000 F1  
T1=28.90700000  
30.10000000 ENTER  
78.84000000 F1  
T1=28.90700000

MODELO:  $Y = a + bX_1 + cX_2$   
REGRESION MULTIPLE  
ZETA S.A.  
17.70 ENTER  
11.31 ENTER  
17.90 ENTER  
18.41 ENTER  
11.40 ENTER  
17.80 ENTER  
19.17 ENTER  
17.74 ENTER  
26.80 ENTER  
16.90 ENTER  
19.30 ENTER  
25.00 ENTER  
20.56 ENTER  
11.94 ENTER  
34.90 ENTER  
F1: 1  
F2: 1  
F3: 1

P2=A, 95735757  
a=14.09238482  
b=0.141767368  
c=0.987724322  
17.70000000 ENTER  
14.09000000 F1  
T1=19.87244732  
18.42000000 ENTER  
14.09000000 F1  
T1=25.42645511  
19.17000000 ENTER  
14.09000000 F1  
T1=23.41877714  
19.30000000 ENTER  
14.09000000 F1  
T1=23.65077714  
25.00000000 ENTER  
14.09000000 F1  
T1=28.77000000  
30.10000000 ENTER  
14.09000000 F1  
T1=28.77000000

anexo 6

EL TELEVISOR DE COLOR  
EL MODELO DE REGRESION MULTIPLE  
CON DOS VARIABLES INDEPENDIENTES  
 (continuación)

MODELO CO. = F. CO. PUE. A  
BIENTO NEGRO SUDOROSO

EMPLEA

72.9- ENTER:  
 7.0- ENTER:  
 17.98 NEG A  
 48.87 ENTER:  
 8.87 ENTER:  
 17.61 NEG A  
 6.07 LL  
 9.00 \*\*\*  
 55.88 ENTER:  
 9.90 ENTER:  
 24.00 NEG A  
 59.81 ENTER:  
 14.75 ENTER:  
 25.90 NEG A  
 68.18 ENTER:  
 27.63 ENTER:  
 39.96 NEG A  
 FIX A  
 NEG E

R2=P. 95109370

s=16.2471469

b=-0.07476686

c=0.92700491

T.=10.5674655

T.=10.5674655

T.=25.2859457

MODELO CO. = F. CO. EN  
ESPECIAL BLANCO NEGRO

EMPLEA

4.98 ENTER:  
 22.94 ENTER:  
 17.98 NEG A  
 14.48 ENTER:  
 44.87 ENTER:  
 17.98 NEG A  
 7.0- ENTER:  
 59.88 ENTER:  
 24.00 NEG A  
 59.81 ENTER:  
 14.75 ENTER:  
 25.90 NEG A  
 68.18 ENTER:  
 27.63 ENTER:  
 39.96 NEG A  
 FIX A  
 NEG E

R2=P. 96092677

s=0.150773391

b=2.995321457

c=0.07120491

T.=25.2859457

MODELO CO. = F. CO. EN  
REGRESION MULTIPLE

EMPLEA

4.98 ENTER:  
 22.94 ENTER:  
 17.98 NEG A  
 14.48 ENTER:  
 44.87 ENTER:  
 17.98 NEG A  
 7.0- ENTER:  
 59.88 ENTER:  
 24.00 NEG A  
 59.81 ENTER:  
 14.75 ENTER:  
 25.90 NEG A  
 68.18 ENTER:  
 27.63 ENTER:  
 39.96 NEG A  
 FIX A  
 NEG E

R2=P. 97502090

s=29.1480920

b=-3.2843745

c=2.13203315

T.=25.2859457

anexo 6

LA EXPLICACION DE LAS VENTAS DE ZETA S.A.  
DEL TELEVISOR DE COLOR

EL MODELO DE REGRESION MULTIPLE  
CON TRES VARIABLES.

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A

agosto

MODELO COL=F+POS,BA,PUBC  
EFFECTO BLANCO NEGRO  
PUBLICIDAD

17.70	ENTERA
4.22	ENTERA
3.01	ENTERA
17.90	XEG A
18.42	ENTERA
4.40	ENTERA
8.33	ENTERA
27.60	XEG A
19.17	ENTERA
7.74	ENTERA
9.93	ENTERA
26.00	XEG A
19.55	ENTERA
9.93	ENTERA
59.92	ENTERA
16.75	ENTERA
37.01	XEG A
20.31	ENTERA
33.17	ENTERA
33.63	ENTERA
38.90	XEG A
35.11	XEG A
35.11	FIX S
35.11	XEG E

17.70	ENTERA
4.22	ENTERA
3.01	ENTERA
17.90	XEG A
18.42	ENTERA
4.40	ENTERA
8.33	ENTERA
27.60	XEG A
19.17	ENTERA
7.74	ENTERA
9.93	ENTERA
26.00	XEG A
19.55	ENTERA
9.93	ENTERA
59.92	ENTERA
16.75	ENTERA
37.01	XEG A
20.31	ENTERA
33.17	ENTERA
33.63	ENTERA
38.90	XEG A
35.11	XEG A
35.11	FIX S
35.11	XEG E

17.70	ENTERA
72.94	ENTERA
3.01	ENTERA
17.90	XEG A
18.42	ENTERA
62.87	ENTERA
8.33	ENTERA
27.60	XEG A
19.17	ENTERA
58.08	ENTERA
9.93	ENTERA
26.00	XEG A
19.55	ENTERA
59.92	ENTERA
16.75	ENTERA
37.01	XEG A
20.31	ENTERA
33.17	ENTERA
33.63	ENTERA
38.90	XEG A
35.11	FIX S
35.11	XEG E

4.88	ENTERA
72.94	ENTERA
3.01	ENTERA
17.90	XEG A
18.42	ENTERA
62.87	ENTERA
8.33	ENTERA
27.60	XEG A
19.17	ENTERA
7.74	ENTERA
58.08	ENTERA
9.93	ENTERA
26.00	XEG A
19.55	ENTERA
59.92	ENTERA
16.75	ENTERA
37.01	XEG A
20.31	ENTERA
33.17	ENTERA
33.63	ENTERA
38.90	XEG A
35.11	FIX S
35.11	XEG E

P2=0.95906444  
 a=288.5507747  
 b=15.41035494  
 c=-2.382795655  
 d=0.649562477  
 T1=19.99510793  
 T2=24.73162048  
 T3=29.99769411  
 T4=35.9976770

P2=0.95906444  
 a=92.63597374  
 b=3.501757294  
 c=-0.212711325  
 d=1.378514572  
 T1=15.71542115  
 T2=25.63442519  
 T3=26.61553945  
 T4=33.14551278  
 T5=41.63656147

P2=0.95906444  
 a=67.80953271  
 b=-6.448726596  
 c=-0.722146667  
 d=2.976997337  
 T1=18.15709782  
 T2=27.19273251  
 T3=27.19273251  
 T4=35.9976770

P2=0.95906444  
 a=67.80953271  
 b=-6.448726596  
 c=-0.722146667  
 d=2.976997337  
 T1=18.15709782  
 T2=27.19273251  
 T3=27.19273251  
 T4=35.9976770

anexo 7

LA EXPLICACION DE LOS COSTOS DE OPERACION Y DE LA  
UTILIDAD DE ZETA S.A.

A7.1 Los costos de operación a41.

A7.2 Determinación de los valores numéricos de la  
función objetivo de la utilidad. a42.

anexo 7

LA EXPLICACION DE LOS COSTOS DE OPRACION  
ZETA S.A.

EL MODELO DE REGRESION LINEAL SIMPLE.

Medio de procesamiento: HP 41C y 82143A  
Hewlett-Packard (10)

agosto 1982.

RESUMEN ESTADISTICO  
BETA CEF

ZETA S.A.  
OPRACION = F. VENTA

281.47 ENTER  
45.87 NEG A  
418.36 ENTER  
61.55 NEG A  
427.36 ENTER  
68.37 NEG A  
684.94 ENTER  
90.74 NEG A  
816.46 ENTER  
138.63 NEG A

P2=0.00000000  
a=-1.482265177  
b=0.15892553

ESTIMACION DEL  
ESTADISTICO T

MODELO DE REGRESION

SIZE 012  
ROM \*DREGAT\*

281.47 ENTER  
45.87 NEG A  
418.36 ENTER  
61.55 NEG A  
427.36 ENTER  
68.37 NEG A  
684.94 ENTER  
90.74 NEG A  
816.46 ENTER  
138.63 NEG A

598.1460000 ENTER  
288219.7572 \*\*\*  
5.000000000 \*  
129.0001767 \*\*\*  
-129.0001767 \*\*\*  
1442989.500 -  
171867.7138 \*\*\*  
5.000000000 \*  
850738.5156 \*\*\*  
6.250000000 \*\*\*  
129.0001767 \*\*\*  
1.782701140 -  
10.01374468 -  
18.51341558 \*  
4.368227687 \*\*\*

SUMA CUADRADOS TOTAL  
23.06625072 ENTER  
10.71297558 \*\*\*  
4.000000000 \*  
401.0001000 \*\*\*  
4373.534200 \*\*\*

SUMA CUADRADOS REGRESION  
6828.534550 ENTER  
.158925360 \*  
1005.227312 \*\*\*  
4.000000000 \*  
4346.989248 \*\*\*  
4841.01248 \*\*\*  
SUMA CUADRADOS ERROR  
4778.574888 ENTER  
4346.989248 -  
78.42499200 \*\*\*  
VARIACION S CUADRADA  
52.62493280 ENTER  
21.00000000 \*  
10.87441488 \*\*\*  
10.07499468 \*\*\*

ESTADISTICO T  
1.482265177 ENTER  
4.382272687 \*\*\*  
0.345661191 \*\*\*  
0.269441121 \*\*\*  
129.0000000 ENTER  
1.589253600 \*  
44.73173108 \*\*\*  
418.3600000 ENTER  
1.589253600 \*  
85.248225500 \*\*\*  
427.3600000 ENTER  
1.589253600 \*  
87.500000000 \*\*\*  
801.5400000 ENTER  
1.589253600 \*  
90.740000000 \*\*\*  
11.000000000 ENTER  
1.589253600 \*  
129.7561994 \*\*\*

281.4700000 = 0.0  
1.482265177 = 0.0  
418.3600000 = 0.0  
1.482265177 = 0.0  
417.7400000 = 0.0  
Y=61.4000000  
41.0000000 = 0.0  
Y=94.8700000  
816.4600000  
Y=128.2200000

MEAN=598.1460000  
SEAN=79.2700000  
SM=207.2546554  
S1=195.4616326  
S2=73.06635072  
S3=39.57544318  
Y1=42.79274824  
Y2=41.71257477  
SM1=4026.574550  
SM2=5442.837640  
SM3=1.95660000  
D1=2546.730000  
D2=388.3500000  
D3=128817.8853  
D4=1462229.500  
D5=75792.19870



anexo 7

DETERMINACION DE LOS VALORES NUMERICOS DE LA FUNCION OBJETIVO DE LA UTILIDAD. (continuación)  
ZETA S.A.

49.70559914 ENTER: -  
-89.84664501 -  
109.7521543 \*\*\*

109.7521543 \*\*\*

49.70559914 ENTER: -  
-114.0658273 -  
163.7113369 \*\*\*

163.7113369 \*\*\*

49.70559914 ENTER: -  
-153.9482931 -  
203.6538843 \*\*\*

203.6538843 \*\*\*

292.5352171 ENTER: +  
179.0979026 +  
471.6311197 \*\*\*

471.6311197 \*\*\*

416.6382183 ENTER: +  
254.3236581 +  
670.9618764 \*\*\*

670.9618764 \*\*\*

562.6092307 ENTER: +  
343.3261754 +  
905.9354061 \*\*\*

905.9354061 \*\*\*

27.93127965 ENTER: +  
1.000000000 +  
27.93127965 \*\*\*

27.93127965 \*\*\*  
38.35667181

ENTER: +  
1.000000000 +  
38.35667181 \*\*\*

(C<sub>65</sub>+1)

38.35667181 \*\*\*

51.79510753 ENTER: +  
1.000000000 +  
51.79510753 \*\*\*

51.79510753 \*\*\*

10.89552512 ENTER: +  
1.000000000 +  
11.89552512 \*\*\*

11.89552512 \*\*\*

C<sub>66</sub>+1 =

15.47192772 ENTER: +  
1.000000000 +  
16.47192772 \*\*\*

16.47192772 \*\*\*  
20.62644765

ENTER: +  
20.62644765 \*\*\*  
1.000000000 -  
21.65644765 \*\*\*

21.65644765 \*\*\*

(-2)g-C<sub>6</sub>

C<sub>67</sub>+C<sub>68</sub>

anexo 7

DETERMINACION DE LOS VALORES NUMERICOS  
DE LA FUNCION OBJETIVO DE LA UTILIDAD.

ZETA S.A.

(continuación)

$$\begin{aligned}(1-\alpha)dP_b^2 &= -(13.60105114)P_b^2 \\(1-\alpha)g-G_b d)P_b &= \left\{ \begin{array}{l} 129.7521542 \\ 163.7113369 \\ 203.6538042 \end{array} \right\} P_b \\(1-\alpha)fP_bPUB_b &= (4.576003300)P_bPUB_b \\(C_b f+1)PUB_b &= \left\{ \begin{array}{l} 27.93127965 \\ 39.35667101 \\ 52.79510752 \end{array} \right\} PUB_b \\(1-\alpha)aP_c &= (13.92702514)P_c \\(1-\alpha)eP_c PUB_c &= (0.847258678)P_cPUB_c \\(C_c e+1)PUB_c &= \left\{ \begin{array}{l} 11.89552512 \\ 16.47192772 \\ 21.88644765 \end{array} \right\} PUB_c \\(C_b g+C_c a) &= \left\{ \begin{array}{l} 471.6311197 \\ 670.9618764 \\ 905.9355141 \end{array} \right\}\end{aligned}$$

# anexo 8

## EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1982

- A8.1 La solución gráfica a46.
- A8.2 La solución estándar a48.
- A8.3 La solución con una meta a49.
- A8.4 La solución con más de una meta a50.

anexo 8

LA SOLUCION GRAFICA

EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1982  
CON PRECIOS DADOS SEGUN LA TABLA 5.1

ZETA S.A.

Para obtener la solución gráfica de la expresión (5.2) y representada en la figura 5.1, se procede en la siguiente forma:

1) LAS RESTRICCIONES DE PERSONAL

Se hace:

$$PUB_b = 27.43$$

$$PUB_c = 22.19$$

éstas rectas se trazan en la gráfica de la figura 5.1.

2) LA RESTRICCION DE MATERIA PRIMA

Se hace:

$$PUB_c = 51.95$$

y se traza ésta recta en la misma gráfica.

3) LA RESTRICCION DE CAPACIDAD

Debido a que la gráfica empleada en la figura 5.1, tiene coordenadas que no empiezan en el origen, sino los valores mínimos son:

$$PUB_c = 10$$

$$PUB_b = 20$$

se deben introducir éstos en los cálculos de la recta de la restricción de la capacidad.

Los puntos que pertenecen a la recta citada y que pasan por los ejes de las coordenadas, se obtienen en la siguiente forma:

Partiendo de la restricción de la capacidad y haciendo a  $PUB_c$  igual a 10, se tiene:

$$PUB_b = \frac{(243.7999) - (1.007353)(10)}{5.44066} = 42.96$$

Cuando la variable  $PUB_c$  tiene un valor de 10, entonces  $PUB_b$  debe tener un valor de 42.96, para cumplir - la restricción exactamente de 243.7999.

De la misma manera:

$$PUB_c = \frac{(243.7999) - (5.44066)(20)}{1.007353} = 134.0$$

Localizados estos dos puntos, se puede trazar la recta que reopresenta a la restricción de capacidad, cuando se cumple exactamente.

#### 4) LA FUNCION OBJETIVO

Siguiendo el mismo procedimiento explicado en el punto 3 y tomando en cuenta a la función  $UT_0$  dada según la expresión (5.2) y dándole un valor arbitrario pero - conveniente a  $UT_0$ , se obtiene los puntos que definen la recta que representa a la función objetivo. Si se desplaza dicha recta conservando su pendiente, se puede observar que el punto óptimo se encuentra en la esquina C, - en la figura 5.1.

anexo 8

LA SOLUCION ESTANDAR

EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1982  
CON LOS PRECIOS DADOS SEGUN LA TABLA 5.1.

ZETA S.A.

$$\max UT_0(82) = - (159.2000784) + (14.0215186)PUB_b + (4.290504660)PUB_c$$

sujeta a: (5.3)

$$(5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c + S_1 = 243.7998617$$

$$PUB_c + S_2 = 51.95935867$$

base:	PUB <sub>b</sub>	PUB <sub>c</sub>	S1	S2	solución:
z	-14.0215186	-4.290504660	0	0	0
S1	5.440662555	1.007352544	1	0	243.7998617
S2	0	1	0	1	51.95935867
z	0	-1.6943384736	2.577171159	0	628.3139711
PUB <sub>b</sub>	1	0.185152550	0.183801144	0	44.81069341
S2	0	1	0	1	51.95935867
z	0	0	2.577171159	1.694384736	716.3531153
PUB <sub>b</sub>	1	0	0.183801144	-0.185152550	35.19028566
PUB <sub>c</sub>	0	1	0	1	51.95935867

De acuerdo a la última tabla, se tiene:

$$UT_0(82) = z - (159.2000784) = 716.3531153 - 159.2000784 =$$

$$= \$ \underline{557.1530369} \quad (\text{millones de pesos})$$

$$PUB_b = \$ \underline{35.19028566} \quad (\text{millones de pesos})$$

$$PUB_c = \$ \underline{51.95935867} \quad (\text{millones de pesos})$$

$S_1 = 0$       Se observa que se cumplen las restricciones  
 $S_2 = 0$       de personal.

LA SOLUCION CON UNA META  
CON LOS PRECIOS DADOS SEGUN LA TABLA 5.1

ZETA S.A.

$$\min z = Y^- \quad (5.4)$$

sujeta a:

$$(14.0215186)PUB_b + (4.290504660)PUB_c - Y^+ + Y^- = 459.2000784$$

$$(5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c + S_1 = 243.7998617$$

$$PUB_c + S_2 = 51.95935867$$

$$PUB_b, PUB_c, Y^+, Y^-, S_1, S_2 \geq 0$$

base:	PUB <sub>b</sub>	PUB <sub>c</sub>	Y <sup>+</sup>	Y <sup>-</sup>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	solución:
-z	0	0	0	1	0	0	0
Y <sup>-</sup>	14.0215186	4.290504660	-1	1	0	0	459.2000784
S <sub>1</sub>	5.440662555	1.007352544	0	0	1	0	243.7998617
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	51.95935867
-z	-14.0215186	-4.290504660	1	0	0	0	-459.2000784
Y <sup>-</sup>	14.0215186	4.290504660	-1	1	0	0	459.2000784
S <sub>1</sub>	5.440662555	1.007352544	0	0	1	0	243.7998617
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	51.95935867
-z	0	0	0	1	0	0	0
PUB <sub>b</sub>	1	0.305994292	-0.071318951	0.71318951	0	0	32.74966796
S <sub>1</sub>	0	-0.657459143	0.388022346	-0.388022346	1	0	65.61996950
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	51.95935867
-z	0	0	0	1	0	0	0
PUB <sub>b</sub>	1	0.185152550	0	0	0.18380114	0	44.81069341
Y <sup>+</sup>	0	-1.694384743	1	-1	2.577171161	0	169.1138930
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	51.95935867
-z	0	0	0	1	0	0	0
PUB <sub>b</sub>	1	0	0	0	0.183801144	-0.185152550	35.19028566
Y <sup>+</sup>	0	0	1	-1	2.577171161	1.694384743	257.1530376
PUB <sub>c</sub>	0	1	0	0	0	1	51.95935867

La solución óptima máxima es:

$$Y^- = 0$$

$$PUB_b = 35.19028566$$

$$PUB_c = 51.95935867$$

$$S_1 = 0 \quad S_2 = 0$$

(millones de pesos)

EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1982  
CON LOS PRECIOS DADOS SEGUN LA TABLA 5.1.  
LA SOLUCION CON UNA META.

anexo 8

LA SOLUCION CON MAS DE UNA MUYA.  
EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1982.

	PUBA	PUBA	Y1	Y1	Y2	Y2	Y3	Y3	Y4	Y4	Y5	Y5	SOLUCION
1	160131186 0 5490422335 0 -14131186 -14131186 -14131186	4.150504660 1.001325294 0 -4.131804660 -4 -6.250504660	0 0 0 0 0 0	-1 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	479.100394 24.933792 22.111503 201.399611 51.3925260
2	0 0 0 0 0 0	-8.250504660 -8.250504660 4.250504660 1.001325294	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	-402.707225 452.200319 27.4112222 12.1113222 212.7294222 27.3112222
3	0 0 0 0 0 0	-8.250504660 4.250504660 0 1.001325294	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	-4.0215186 14.0215186 -1 0	16.0215186 -14.0215186 1 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	-11.245242 24.524242 2.2431722 22.1113222 24.524242 11.2431722
4	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	26.7333000 22.1113222 32.4414222 22.1113222 22.1113222 22.1113222
5	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	14.3111111 13.3122222 27.3122222 4.8052222 71.0113222 14.3122222
6	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	2.5111111 22.1113222 22.1113222 1.0202222 20.2002222 25.1113222
7	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	22.1113222 24.4337222 12.0113222 11.2000000 27.1113222
8	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	51.4293222 23.4337222 148.395222 42.2000000 28.1113222
9	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	51.5293222 35.1902222 25.1525222 27.2402222 27.1113222

anexo 9

EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1983

A9.1 El óptimo del pronóstico de 1983 a52.

EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1983  
 CON PRECIOS DADOS SEGUN LA TABLA 5.1.  
 ZETA S.A.

anexo 9  
 EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1983.  
 ZETA S.A.

$$\min z = Y^- \quad (5.6)$$

sujeta a:

$$(20.21831595)PUB_b + (6.512505700)PUB_c - Y^+ + Y^- = 797.0931154$$

$$(5.440662555)PUB_b + (1.007352544)PUB_c + S_1 = 338.4745344$$

$$PUB_c + S_2 = 67.64403639$$

$$S_1, S_2, PUB_b, PUB_c, Y^+, Y^- \geq 0$$

base:	PUB <sub>b</sub>	PUB <sub>c</sub>	Y <sup>+</sup>	Y <sup>-</sup>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	solución:
-z	0	0	0	1	0	0	0
Y <sup>-</sup>	20.21831595	6.51250570	-1	1	0	0	797.0931154
S <sub>1</sub>	5.440662555	1.007352544	0	0	1	0	338.4745344
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	67.64403639
-z	-20.21831595	-6.512505700	1	0	0	0	-797.0931154
Y <sup>-</sup>	20.21831595	6.512505700	-1	1	0	0	797.0931154
S <sub>1</sub>	5.440662555	1.007352544	0	0	1	0	338.4745344
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	67.64403639
-z	0	(0)	(0)	1	0	0	0
PUB <sub>b</sub>	1	0.322108512-0.049459997	0.049459997	0	0	0	39.42422309
S <sub>1</sub>	0	-0.745131176	0.269095154-0.269095154	0	1	0	123.9806401
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	67.64403639
-z	0	0	0	1	0	0	0
PUB <sub>b</sub>	1	0.185152550	0	0	0.183801144	0	62.21200651
Y <sup>+</sup>	0	-2.769024878	1	-1	3.716157594	0	460.7315972
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	67.64403639
-z	0	0	0	1	0	0	0
PUB <sub>b</sub>	1	0	0	0	0.183801144	-0.183801144	49.68754068
Y <sup>+</sup>	0	0	1	-1	3.716157594	2.769024878	648.0396168
PUB <sub>c</sub>	0	1	0	0	0	1	67.64403639

La solución óptima máxima es:

$$Y^- = 0$$

$$PUB_b = 49.68754068$$

$$PUB_c = 67.64403639$$

$$S_1 = 0 \quad S_2 = 0$$

(millones de pesos).

anexo 10

EL OPTIMO DEL PRONOSTICO DE 1984

A10.1 El óptimo del pronóstico de 1984 a 54.

EL OPTIMO DEL PROMOSTICO DE 1984  
 CON LOS PRECIOS DADOS SEGUN LA TABLA 5.1  
 ZERA, S.A.

$$\min z = Y^- \quad (5.7)$$

sujeta a:

$$(27.62815048)PUB_b + (9.141859660)PUB_c - Y^+ + Y^- = 1,367.785567$$

$$(5.440662555)MIN_b + (1.007352544)PUB_c + S_1 = 453.649700$$

$$PUB_c + U_2 = 90.47616218$$

$$S_1, S_2, PUB_b, PUB_c, Y^+, Y^- \geq 0$$

base:	PUB <sub>b</sub>	PUB <sub>c</sub>	Y <sup>+</sup>	Y <sup>-</sup>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	solución:
-z	0	0	0	1	0	0	0
Y <sup>-</sup>	27.62815048	9.141859660	-1	1	0	0	1,367.785567
S <sub>1</sub>	5.440662555	1.007352544	0	0	1	0	453.649700
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	90.47616218
-z	-27.62815048	-9.14185966	1	0	0	0	-1,367.785567
Y <sup>-</sup>	27.62815048	9.14185966	-1	1	0	0	1,367.785567
S <sub>1</sub>	5.440662555	1.007352544	0	0	1	0	453.649700
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	90.47616218
-z	0	0	0	1	0	0	0
PUB <sub>b</sub>	1	0.330889310	-0.036194967	0.036194967	0	0	49.50695371
S <sub>1</sub>	0	-0.792904637	0.196924602	-0.196924602	1	0	184.2990710
S <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	90.47616218
-z	0	0	0	1	0	0	0
PUB <sub>b</sub>	1	0	-0.036194967	0.036194967	0	-0.330889310	19.56935883
S <sub>1</sub>	0	0	0.196924602	-0.196924602	1	0.792904637	256.0380395
PUB <sub>c</sub>	0	1	0	0	0	1	90.47616218
-z	0	0	0	1	0	0	0
PUB <sub>b</sub>	1	0	0	0	0.183801143	-0.185152531	66.62944323
Y <sup>+</sup>	0	0	1	-1	5.078085673	4.026437677	1,300.183100
PUB <sub>c</sub>	0	1	0	0	0	1	90.47616218

La solución óptima máxima es:

$$S_1 = 0 \quad S_2 = 0$$

$$Y^+ = 1,300.183100$$

$$Y^- = 0$$

$$PUB_b = 66.62944323$$

$$PUB_c = 90.47616218$$

(millones de pesos)

Anexo 10  
 EL OPTIMO DEL PROMOSTICO DE 1984.  
 ZERA, S.A.