



Universidad Nacional Autónoma  
de México

---

FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION

USO Y APLICACION DE LAS TECNICAS ESTADISTICAS  
EN LA EMPRESA.

SEMINARIO DE INVESTIGACION  
ADMINISTRATIVA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
Licenciado en Administración de Empresas

P R E S E N T A

José Antonio E. Camacho Camacho

Director de Seminario: Lic. Francisco Velázquez Crespo

---

México, D. F.

1978

3961



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## I N D I C E

Pág.

### OBJETIVOS DEL PRESENTE SEMINARIO DE INVESTIGACION

#### CAPITULO I

Introducción .....	2
Importancia de la Estadística.....	3
Definición de Estadística.....	3
Que es la Estadística.....	4
División para su Estudio.....	4
Objetivos de la Estadística.....	5
Aplicación y Usos que tiene en la Empresa.....	7

#### CAPITULO II .- NUMEROS INDICE.

Introducción.....	9
Importancia.....	9
Definición.....	9
Tipos de Números Indice importantes concernientes a los negocios.....	10
Cálculo de los Números Indice Simples.....	10
Limitaciones en el Estudio de Precios Relativos Simples.....	11
Cálculo de los Números Indice Compuestos.....	12
Algunos usos típicos de los Números Indice en la Administración y Análisis.....	17

	Pág.
Utilidad e Importancia de los Números Índice.....	18

CAPITULO III.- SERIES DE TIEMPO.

Introducción.....	20
Definición.....	20
División para su Estudio.....	21
Usos y Aplicación a nivel empresarial.....	21
Limitaciones.....	22

LA TENDENCIA SECULAR COMO HERRAMIENTA PARA PREDECIR, PLANEAR Y CONTROLAR.

Introducción.....	23
Definición.....	24
Uso de las Tendencias Seculares.....	25
Limitaciones.....	26
Cálculos y Ejemplos.....	27

SERIES DE TIEMPO PARA PLANEAR, PREDECIR Y CONTROLAR LAS VARIACIONES ESTACIONALES.

Introducción.....	35
Importancia.....	36
Definición.....	36
Limitaciones.....	36

	Pág.
Métodos de Cálculo..... <sup>4.7</sup> .....	37
Aplicación del Análisis de las Variaciones Estacionales.	44
 <b>LAS FLUCTUACIONES CICLICAS PARA PREDECIR, PLANEAR Y CONTROLAR.</b>	
Introducción.....	46
Importancia.....	46
Definición.....	46
Cálculo.....	48
Uso y Aplicación de las Medidas Cíclicas e Irregulares.	57
Limitaciones del Análisis de las Flotuciones Cíclicas.	58
Otros Indicadores que nos ayudan a tomar decisiones a corto plazo.....	58
Indicadores Estadísticos de recuperación y recesión...	59
Limitaciones de los indicadores.....	62
 <b><u>CAPITULO IV.- PRUEBAS DE HIPOTESIS.</u></b>	
Introducción.....	63
Antecedentes.....	64
Procedimiento fundamental para pruebas de hipótesis....	66
Aplicación.....	71

CAPITULO V .- CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD.

Introducción. ....	72
Importancia. ....	72
Gráficas de Control. ....	73
Uso de las Gráficas de Control. ....	74
Información que proporcionan. ....	75
Puesta en marcha de una gráfica de control. ....	75
Limitaciones y comentarios. ....	77

MUESTREO DE ACEPTACION.

Introducción. ....	77
Definición. ....	78
Curva de eficacia. ....	79
Modos de extracción de los datos de una muestra. ....	81
Distinción personal de los planes de aceptación. ....	82

CAPITULO VI.- EL ANALISIS DE REGRESION Y CORRELACION.

Introducción. ....	85
Importancia. ....	85
Conceptos Básicos. ....	85
Cálculo y ejemplos. ....	86
Advertencia. ....	97

	Pág.
Algunos usos del análisis de regresión.....	98
Para que sirve la correlación en las ventas.....	99
Casos que ilustran la aplicación de estas técnicas.....	99
 <u>CAPITULO VII.- DISEÑO DE INVESTIGACIONES.</u>	
Introducción.....	103
Justificación del Capítulo.....	103
Comentarios.....	103
Definición.....	104
Principios Básicos del Diseño Experimental.....	104
Pasos a seguir en el diseño de un experimento.....	106
Ventajas del Diseño Experimental.....	108
Desventajas.....	109
 <u>CONCLUSIONES.</u> .....	 110
 <u>BIBLIOGRAFIA.</u> .....	 113

## OBJETIVOS DEL PRESENTE SEMINARIO DE INVESTIGACION.

Una de las causas que me motivaron a realizar el presente trabajo, fue la falta de trabajos relacionados con las técnicas estadísticas y su aplicación a nivel empresarial. Por otra parte, es mi objetivo hacer conciencia que la administración es objetiva, que ya no se puede decir entre un camino y otro basándonos únicamente en experiencias y observaciones. De lo contrario, hay que subrayar que la gran información con que nos debemos rodear exige que los datos se les maneje de una manera más científica. Para lograr ésto, la estadística es un valioso auxiliar.

El presente trabajo reponde a la necesidad de poner en manos del estudiante, interesado en estadística, un manual que le ayude a visualizar la importancia que las técnicas estadísticas tienen en todos los niveles empresariales, subrayar que la toma de decisiones basada en un racionalismo objetivo ayuda a hacer un lado dudas e incertidumbres, y que el uso de estas técnicas es una forma de pensar y no meras técnicas estadísticas.

Para lograr los objetivos propuestos, analizo las principales técnicas aplicables a la industria, enumero las diferentes utilidades que de estas los administradores nos podemos servir, y por último, ejemplifico las técnicas para así lograr una mayor claridad.

El presente estudio no pretende ser exhaustivo. Pretende, por un lado, introducir al alumno en el empleo y manejo de las técnicas estadísticas, y por otro lado, -mostrar que el conocimiento de técnicas matemáticas ayuda a tomar decisiones de una forma más acertada.

## C A P I T U L O   I

### I N T R O D U C C I O N

La creciente complejidad de la empresa moderna, así como el aumento en el tamaño de las mismas, ha obligado a los administradores modernos a buscar formas más eficientes y sofisticadas de tratar la incertidumbre que rodea la mayoría de las decisiones de la empresa. La estadística ayuda no solamente a tomar mejores decisiones, sino también a reducir el trabajo en muchas áreas de la empresa, predecir eventos, planear programas y controlar procesos.

"La estadística es una forma de observación y de inducción apropiada para el estudio cuantitativo de los fenómenos que se presentan como pluralidades o masas, en ciertos casos, susceptibles de variar sin una regla determinada con todo rigor. Su objetivo es hallar en los fenómenos colectivos lo que hay de típico en la verdad de los casos, de constante en variabilidad, y descomponer hasta el límite que la naturaleza del método consiente, el sistema de causas o fuerzas del fenómeno que son resultado." (R. Benini, 1906).

Por su misma naturaleza, los métodos estadísticos, al igual que otros procedimientos matemáticos, no pueden revelar nada que no esté implícito en los datos. En los casos sencillos, el juicio del experimentador debería llevarle a las mismas conclusiones que a las que llegaría en los métodos estadísticos, los cuales servirán simplemente para constatar éstas conclusiones en forma completamente ajena a cualquier idea preconcebida por parte del observador. Sin embargo, a medida que la complejidad de los datos aumenta, se hace más difícil llegar a una conclusión viable por el simple juicio del investigador, y es necesario algún tratamiento estadístico de alguna clase si se desea extraer de los datos inferencias correctas. (1)

## IMPORTANCIA DE LA ESTADISTICA.

El gran volumen de información numérica origina la necesidad de métodos sistemáticos, los cuales pueden -- ser usados para organizar, presentar, analizar e interpretar la información efectivamente. Los métodos estadísticos son desarrollados primariamente para llenar esta necesidad.

En la actualidad es difícil encontrar una fase - de la actividad humana que no considere útil la aplicación de la estadística. La economía, la sociología, la antropología, la agricultura, la psicología, la educación, las em presas, todos se apoyan ampliamente en la estadística. Su utilidad e importancia radica en que nos ayuda a decidir -- sobre una base científica: la de una verdadera probabilidad.

La importancia de la estadística en la adminis-- tración es incommensurable, debido a que sus técnicas son el elemento clave de la predicción e información de los -- sistemas de comunicación de la empresa, de la planeación, toma de decisiones y control.

## DEFINICION DE ESTADISTICA.

La palabra estadística se puede referir a información cuantitativa o al campo de estudio. Originalmente - fue utilizada para designar información de colectivos referentes a las políticas gubernamentales, como el número de habitantes, muertes (incluyendo muertes de enfermedades -- especiales), captación de impuestos y la cantidad de comercio local como internacional. En este uso original, la palabra estadística se refiere a pluralidades, y su uso se -- ha extendido para incluir observaciones numéricas de cualquier clase.

"La palabra estadística como campo de estudio, - es usada en singular. Se define como la ciencia y arte de obtener y analizar información cuantitativa para hacer inferencias objetivas de la incertidumbre que rodea dicha --

información". (The Encyclopedia Americana).

"La estadística, se reduce a resultados numéricos, los métodos y procesos usados para obtenerlos, los métodos y los medios usados para estimar su confiabilidad y la extracción de inferencias de esos resultados".

#### ¿QUE ES LA ESTADISTICA?

La estadística es un conjunto de métodos. Estos últimos los podemos dividir en dos categorías:

- a).- Los que sirven para elaborar los cuadros -- numéricos, es decir, los métodos de observación y de elaboración que pueden ser exhaustivos o representativos. Son exhaustivos -- cuando estudian la totalidad del universo -- que se pretende conocer. Son representativos cuando se estudia el universo a través de muestras, sondeos o evaluaciones.
- b).- Los que sirven para analizar e interpretar los resultados obtenidos para sacar todas las conclusiones posibles.

La estadística en plural, se emplea como sinónimo de un conjunto de datos. Sin embargo, para el estadístico tiene otro significado: el relativo a la cantidad calculada a partir de la observación de las muestras.

#### DIVISION DE LA ESTADISTICA PARA SU ESTUDIO.

La estadística para su estudio se divide en dos partes: estadística descriptiva y estadística inferencial.

La estadística inferencial incluye métodos para obtener inferencias a partir de datos muestrales. La estadística descriptiva incluye métodos de recopilación, organización, presentación, análisis e interpretación de un --

grupo de datos, ya sean datos muestrales o información completa, sin ningún intento para hacer una predicción basada sobre los datos.

La estadística también se divide en:

- a) Teoría Estadística, y
- b) El Método Estadístico.

El Método Estadístico son herramientas y técnicas disponibles para la investigación, desarrollo o trabajo operacional en la física, biología y demás ciencias sociales. Nos ayuda a obtener nuevos conocimientos de los ya establecidos. Debido a esto, el método estadístico es parte general del método científico. La teoría estadística se refiere al desarrollo y exposición del método estadístico. La teoría de probabilidades y otros métodos matemáticos son importantes para la obtención de estimadores.

El presente trabajo lo desarrollo en base a la división de teoría estadística inferencial. Versa exclusivamente sobre la estadística inferencial por ser la que más importancia tiene.

Concluyo el trabajo con una exposición introductoria del Método Estadístico, por ser una parte muy importante de la Estadística Moderna.

#### OBJETIVO DE LA ESTADISTICA.

Aunque los objetivos de la estadística ya están implícitos en los incisos anteriores, los podemos sintetizar como los concernientes a:

- 1.- La presentación y condensación de datos.
- 2.- La estimación de cantidades de población.
- 3.- Probar Hipótesis.

- 4.- Determinación de la exactitud en las estimaciones.
- 5.- Cuantificación y estudio en la variación, y
- 6.- El diseño de experimentos y reconocimientos.

APLICACION Y USOS DE LA ESTADISTICA EN LA EMPRESA.

En general, la ciencia estadística trata con:

- 1).- Colección y compendio de datos,
- 2).- Diseño de experimentos y reconocimientos,
- 3).- Medición de la variación, tanto de datos -  
experimentales como de reconocimientos.
- 4).- Estimación de parámetros de población y suministro de varias medidas de la exactitud y precisión de esas estimaciones,
- 5).- Ensayo de hipótesis respecto a la población,
- 6).- Estudio de la relación entre dos o más variables.

Como una indicación de gran alcance de la estadística industrial, P. L. Alger de The General Electric Corporation ha listado las diez siguientes áreas de aplicación:

- 1).- Definición del valor de las observaciones,
- 2).- Diseño de experimentos,
- 3).- Detección de causas,
- 4).- Control de calidad en la producción,
- 5).- Aumento de la utilidad gastado en inspección,

- 6).- Especificación de diseño,
- 7).- Investigación operacional,
- 8).- Reposición óptima de los stocks,
- 9).- Investigación de mercados, incluyendo escrutinios de opiniones emitidas,
- 10).- Tendencias determinísticas.

## CAPITULO I I

### NUMEROS INDICE

**INTRODUCCION:-** Los números índices son métodos que se han ideado para medir las diferencias en magnitud de un grupo de variables relacionadas. Estas diferencias pueden referirse a precios de artículos cantidad física de artículos producidos o vendidos, o a conceptos, tales como "inteligencia", o "eficiencia". Las comparaciones pueden ser entre tiempo, o lugares. Así, pueden tenerse números índices comparando el costo de la vida en diferentes épocas o diferentes países, el volumen físico de producción en diferentes años.

**IMPORTANCIA:-** Los números índices nos permiten hallar las -- diferencias cronológicas y ver las diferencias y modificaciones reales de los precios, cantidades y bienes vendidos, de un mes o año para con otro.

A través de ellos podemos también estudiar los movimientos de precios con objeto de descubrir su causa o sus efectos sobre la comunidad económica. Esta cuestión tiene primordial interés para investigar el coeficiente de ingreso-consumo, o renta-consumo, tan necesario en el análisis y previsión de ventas.

Los números índice, son también extensamente útiles para el estudio histórico de las tendencias seculares, las variaciones estacionales y los ciclos económicos.

**DEFINICION:** Un número índice, es una medida estadística --- ideada para estudiar los cambios que tienen lugar en una variable o grupo de variables afines en el tiempo, localización geográfica u otra característica. Suelen darse en forma de porcentajes resultantes de la comparación por cociente de los valores que toma la variable en período de tiempo --- distinto.

TIPOS DE NUMEROS INDICES IMPORTANTES CONCERNIENTES A LOS NEGOCIOS Y ACTIVIDADES ECONOMICAS; EXISTEN PRINCIPALMENTE-TRES:

A) Indice de precios: 1) Precios recibidos por los agricultores; 2) precios pagados por agricultores; 3) precios al consumidor; 4) precios al mayoreo.

B) Indice de cantidades: 1) Producción industrial; 2) carga transportada por carro entero; 3) refrigeradores y congeladores domésticos; 4) exportación de mercancías.

C) Indice de valor: 1) Contratos de construcción; 2) anuncios; 3) nóminas semanales; 3) Exportación de mercancía.

CALCULO DE LOS NUMEROS INDICES (PARA UN SOLO ARTICULO) En general, el índice de precio, cantidad y valor relativo simples para un solo artículo, pueden calcularse mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Precio relativo} = \frac{P_n}{P_o}$$

$$\text{Cantidad relativa} = \frac{q_n}{q_o}$$

$$\text{Valor relativo} = \frac{P_n q_n}{P_o q_o}$$

donde  $P_n$  = precio de un solo artículo en el año dado (u otra unidad de tiempo);

$P_o$  = precio de un solo artículo en el año base,

$Q_n$  = cantidad de un solo artículo (producido, consumido o vendido) en el año dado, y

$Q_o$  = cantidad de un solo artículo en el año base.

La duración del período para calcular los relativos simples o números índices es usualmente de un año.

Ejemplo: Supongamos que los precios unitarios y las cantidades producidas de café verde en la Región de Villa Juárez en los años 1960 y 1965, están dadas más abajo. Calcular los índices del año 1965, usando 1960 como el año base para a) precio, b) cantidad y c) valor.

## DATOS PARA EL EJEMPLO

Año	Precio por Kg. $p$	Cantidad producida $q$	Valor $pq$
0-1960(Ba n-1965 se)	\$ 0.25	200 Kg.	\$ 50.00
	\$ 0.40	250	\$100.00

$$\text{Precio relativo de 1965} = \frac{p_n}{p_o} = \frac{0.40}{0.25} = 1.60 \text{ o } 160\%$$

$$\text{Cantidad relativa de 1965} = \frac{q_n}{q_o} = \frac{250}{200} = 1.25 \text{ o } 125\%$$

$$\text{Valor relativo de 1965} = \frac{p_n q_n}{p_o q_o} = \frac{\$ 0.40 \cdot 250}{\$ 0.25 \cdot 200} = \frac{\$ 100}{\$ 50} =$$

$$= 2.00 \text{ o } 200\%$$

**LIMITACION EN EL ESTUDIO DE PRECIOS RELATIVOS INDIVIDUALES.**— En muchos casos, un estudio de los cambios de precio de artículos individuales, no resulta práctico, debido a que el número de artículos que tiene que estudiarse es demasiado grande. Un administrador o un economista requiere información sobre los movimientos generales de los precios, porque simplemente no tiene tiempo para ponerse al corriente sobre los cambios de precios en docenas e inclusive cientos de artículos. Además, el estudio de cambios de precio en artículos individuales no proporcionará una información directa acerca del efecto compuesto de estos cambios de precios, sobre los factores relacionados, tales como aumentos de costos o tendencias económicas.

Lo que se requiere, entonces, es una técnica para promediar los cambios de precios de muchos artículos individuales en series compuestas, que reflejen el efecto neto de estos cambios sobre factores tales como costos totales o tendencias económicas. Los números índices compuestos llenan esta necesidad.

**CALCULO DE LOS NUMEROS INDICES COMPUESTOS PARA UN GRUPO DE ARTICULOS (2):**- Los números índices compuestos de precios (o cantidades) de un año dado pueden calcularse dividiendo el agregado de los precios ponderados (o cantidades) del año dado, por el año base. Las ponderaciones asignadas a un artículo particular para el año dado y el año base deberán ser las mismas. Una ponderación representa la importancia relativa del artículo con respecto a los artículos incluidos en el cálculo (precio por la cantidad). Sea  $w$  ponderación, entonces.

**DESCRIPCION:**- Índice de precios (mediante agregados ponderados)  $= \frac{\sum P_n W}{\sum P_o W} = \frac{\sum P_n P_o}{\sum P_o Q_o}$  Nota:  $w = q_o$  en esta fórmula.

Las ponderaciones de un índice de precios compuesto deberán ser las cantidades de un año seleccionado. Frecuentemente el año seleccionado es el año base, siempre que las cantidades vendidas o producidas sean normales en el año base.

Índice de cantidades (mediante agregados ponderados) --  
 $= \frac{\sum Q_n W}{\sum Q_o W} = \frac{\sum Q_n P_o}{\sum Q_o P_o}$  Nota:  $W = P_o$  en esta fórmula.

Las ponderaciones de un índice compuesto de cantidades deberán ser los precios de un año seleccionado. Nótese que cuando la ponderación es el número del año base (es decir,  $w = q_o$  o  $w = p_o$ ), el índice se llama índice de Laspeyres. Por otro lado, cuando la ponderación es el número del año dado (es decir  $w = q_n$  o  $w = p_n$ ), el índice se llama de Paasche.

La fórmula para el índice compuesto de valor, usando el método agregativo, es:

Índice de valor (mediante agregados) =  $\frac{P_n Q_n}{P_o Q_o}$

Para el índice de valor no se asigna ponderación a los artículos. Realmente, tanto el precio como la cantidad de cada artículo han sido ponderados al calcular el índice de valor, puesto que el valor es el producto del precio y la cantidad.

EJEMPLO .-. Supongamos que el Frost City Council desea construir el número índice compuesto de a) precios; b) cantidades y c) de valor de artículos de alimentación de 1965, usando los artículos de 1960 como la base. El precio promedio por unidad, las cantidades vendidas y los valores de las ventas de los artículos alimenticios seleccionados durante los años 1960 y 1965 en la ciudad, figuran en la tabla NO. 1.

TABLA NUM. 1

DATOS PARA EL EJEMPLO 6

Artículo	1960			1965		
	Precio unitario po	Cantidad -vendida en 1,000 unidades qo	Valor de las ventas (en \$1,000) poqo	Precio unitario pn	Cantidad vendida en 1,000 unidades) qn	Valor de las ventas en \$ 1,000 pnqn
Huevos	\$0.50doc	100 doce- nas	\$50	\$0.60doc	90 doce- nas	\$54
Leche	\$0.20lt.	120 lts.	\$24	\$0.25lt.	140 lts.	\$35
Carne	\$0.40lb.	10 lbs.	\$ 4	\$0.30lb.	15 lbs.	\$ 4.5
TOTAL	\$1.10uni- dad	No puede sumarse.	\$78	\$1.15 uni- dad	No puede sumarse	\$93.5

SOLUCION. a) Usar fórmula (17-4)

$$\begin{aligned}
 \text{Indice de precios, 1965} &= \frac{E_{pnqo}}{E_{poqo}} \\
 &= \frac{\$ 0.60 \times 100 + (0.25 \times 120) + (\$ 0.30 \times 10)}{\$ 78} \\
 &= \frac{\$ 60 + \$ 30 + \$ 3}{\$ 78} = \frac{\$ 93}{\$ 78} \\
 &= 1.192 \text{ o } 119.2 \%
 \end{aligned}$$

El múltiplo común de 1,000 unidades dado en la columna de -- cantidad (qn) se omite tanto en el numerador como el denominador de los cálculos anteriores. La omisión no afecta la -- respuesta.

Nótese que si no se pondera cada precio, el índice de -- precios agregativo sería

$$\frac{\sum q_n}{\sum P_o} = \frac{\$ 0.60 + \$ 0.25 + \$ 0.30}{\$ 0.50 + \$ 0.20 + \$ 0.40} = \frac{\$ 1.15}{\$ 1.10} = 1.045 \text{ o } 104.5\%$$

El índice de precios agregativo sin ponderación no se usa -- comúnmente. Se construye bajo el supuesto de que cada uno de los artículos es igualmente importante. Es decir, si se vende una docena de huevos, también se venden un litro de leche y una libra de carne en el mismo período. Aún más, si se -- selecciona una unidad diferente, tal como si la leche se mide en galones en vez de litros, el índice diferirá grande-- mente.

b) Usar fórmula (17.5)

$$\text{Índice de cantidad, 1965} = \frac{\sum q_n p_n}{\sum q_o p_o}$$

$$= \frac{90 \times \$ 0.50 + (140 \times \$ 0.20 + (15 \times \$ 0.40)}{\$ 78}$$

$$= \frac{\$ 45 + \$ 28 + \$ 6}{\$ 78} = \$ 79$$

$$= 1.013 \text{ o } 101.3\%$$

$$\text{Índice de valor de 1965} = \frac{\sum P_n Q_n}{\sum P_o Q_o} = \frac{\$ 93.5}{\$ 78.0}$$

$$= 1.199 \text{ ó } 119.9 \%$$

Un valor es el producto del precio por unidad y la cantidad-- vendida o producida. El índice de valor muestra, por lo tan--

to, el cambio del producto (precio x cantidad).

No se usa tan frecuentemente al tomar decisiones como los índices separados de precios y de cantidades. Muchas veces interesa que los índices complejos recojan la distinta importancia intrínseca a cada una de las variables que componen el fenómeno en estudio.

Cuando se trata de un índice de precios, parece lógico resaltar dicha importancia mediante unos coeficientes de ponderación que expresen las cantidades consumidas de los bienes correspondientes a cada una de las series de precios. La fórmula para resaltar esta importancia es:

$$L^P = \frac{\sum P_{it} \cdot Q_{io}}{\sum P_{io} \cdot q_{io}}$$

llamado "Índice de Laspeyres", donde los coeficientes de ponderación de los precios por cada período son las cantidades correspondientes al año base, y por lo tanto fijas.

Análogamente, el índice complejo de cantidades ponderado se utiliza el precio de cada bien como coeficiente de ponderación. La fórmula es:

$$p^P = \frac{\sum P_{it} \cdot Q_{it}}{\sum P_{io} \cdot q_{it}}$$

llamado índice de Peasche, donde, a diferencia del anterior, los coeficientes de ponderación son las cantidades correspondientes al año para el cual se confecciona el índice, y por lo tanto, variables.

La media geométrica de cada uno de los dos índices anteriores, da lugar al índice ideal de precios y al índice ideal de cantidades de Fischer:

$$\text{Índice ideal de precios} \sqrt{\frac{\sum P_n Q_o \times \sum q_n P_n}{q_o P_n \sum q_o P_n}}$$

$$\text{Índice ideal de cantidades} \sqrt{\frac{\sum q_n P_o \times \sum q_n P_n}{q_o P_n \sum q_o P_n}}$$

ALGUNOS USOS TÍPICOS DE LOS NÚMEROS ÍNDICE EN LA ADMINISTRACIÓN Y EN EL ANÁLISIS. En la construcción de puentes en California, los números índice se utilizaron de la siguiente forma:

- a) Para indicar los cambios período a período en el volumen físico de trabajo obtenible para un gasto de un valor dado;
- 2) Para ayudar a medir el efecto de los factores recurrentes, tales como huelgas y paros, sobre el nivel general de costo de construcción de puentes en California;
- 3) Para comparar cambios de costos en la construcción de puentes en California con cambios en los costos de actividades comparables en otras áreas geográficas;
- 4) Para ayudar, en casos en que el índice es aplicable, a estimar costos para proyectos en prospectos de puentes, determinando los costos de proyectos similares terminados y los cambios en el índice de precios desde la terminación de estos proyectos;
- 5) Para estimar la modificación real en los costos de grandes estructuras para propósitos de aseguramiento.

**UTILIDAD E IMPORTANCIA DE LOS NÚMEROS ÍNDICE** - Los índices son utilizados tanto por las firmas privadas como por las dependencias públicas. Especialmente en las grandes firmas los índices especiales de la compañía, tales como índice de precios pagados por materia prima, o salarios por hora pagados, así como precios de venta de la compañía, se calculan a partir de datos internos. Estos índices pueden ser comparados con índices correspondientes para la industria o la economía, para ayudar a la administración a valuar las operaciones de la compañía y conocer la influencia de factores económicos externos sobre estas operaciones.

Los números índice juegan un papel principal en el estudio de los cambios de precio y cantidades en áreas funcionales claves de la economía nacional. Entre los números índice, existen series que describen los movimientos más recientes en precios, tales como el índice de precios de ven-

tas total y el índice de precios de bienes de consumo; series que miden cambios en producción. Si no fuera por números índice como estos, sería muy difícil y llevaría mucho tiempo determinar que está sucediendo, en un sentido global, en una actividad tan compleja como la economía de una nación.

En el análisis de datos financieros del balance, la habilidad para distinguir entre valores "monetarios" y "reales" es de gran importancia para tomar decisiones administrativas sólidas relacionadas con la política de dividendos, política de salarios, programación de capital y localización de fondos para usos específicos dentro de la firma.

En la determinación de los cargos de depreciación sobre partidas de activo fijo, tales como plantas y equipo, se le ha dado un reconocimiento explícito a los cambios en el valor de la moneda.

En la negociación de salarios, durante períodos de aumento de salario, los empleados individuales y los sindicatos han basado sus demandas de aumento de salarios haciendo notar los aumentos en el "costo de la vida".

En el análisis de ventas de una compañía, los números índices sirven para reflejar los verdaderos volúmenes de venta. Ya que el volumen de precios de las ventas de una compañía reflejan tanto cambios en el volumen físico de los artículos vendidos, como cambios en los precios de ventas. Un índice apropiado de ventas nos ayudará, por lo tanto, a determinar los verdaderos volúmenes de ventas.

Para concluir, los números índice tienen tal importancia, que hay organizaciones que se dedican a publicar índices, los cuales proporcionan información importante para el hombre de negocios, economistas y agencias gubernamentales para tomar decisiones y analizar los cambios económicos.

UN EJEMPLO DE APLICACION DE LOS NUMEROS INDICE. Supongamos que la empresa "Labores, S. A." pagó una nómina de 300,000 pesos a sus 88 empleados el día 30 de enero de 1965, y que el 30 de enero del siguiente año, la Dirección de la -

empresa incrementó en 10 el número de empleados y pagó una nómina de 5000000 pesos más que en enero de 1965.

Al objeto de presentar a la Dirección en las Estadísticas y Análisis Mensuales, datos muy jugosos y que ocupen poco espacio. Manejaremos estos datos del siguiente modo

- 1) Calcularemos el número índice del número de empleados para 1966.
- 2) El número índice del gasto en nómina para el mismo momento.
- 3) El número índice del costo medio por empleado, también para 1966.

$$1) \quad I \quad \frac{1966}{1965} = \frac{\text{Número de empleados en Ene/66}=88+10}{\text{Número de empleados en Ene/65}= 88} = 111.4$$

$$II \quad \frac{1966}{1965} = \frac{\text{Nómina de Ene/66} = 300.000+50.00}{\text{Nómina de Ene/65} = 300.000} = 116.7$$

$$III \quad \frac{1966}{1965} = \frac{\text{Índice de gasto} = 116.7}{\text{Índice de emplea} = 111,4} = 104,8$$

dos.

Como observamos, las posibilidades de los números índices, bien manejados, en el Departamento de Personal son ilimitados; así podremos obtener números índices de costos sobre mano de obra directa, indirecta, total; ventas sobre número de empleados, sobre gastos de personal (salarios, cargas sociales, impuestos...) sobre número de empleados, sobre salarios que perciben, sección por sección y el total; números índices de empleados sobre operarios.....

## C A P I T U L O    I I I

### SERIES DE TIEMPO

#### INTRODUCCION.

Toda institución, ya sea la familia, la empresa o el gobierno, tiene que hacer planes para el futuro si ha de sobrevivir y progresar. La familia, respecto a los ingresos y a los gastos para mantener estables sus finanzas, las empresas; para hacer frente a las variaciones de la demanda de sus productos, para la producción, la financiación, el personal, el mercado y otras fases de la administración; el gobierno, para prever las necesidades de la población, ofrecer todos los servicios, necesidades y satisfactores que va a demandarse, así como para captar los recursos necesarios para hacer frente a dichas necesidades.

La planificación racional exige prever los sucesos del futuro que probablemente vayan a ocurrir. La previsión, a la vez, se suele basar en lo ocurrido en el pasado. Se tiene pues un nuevo tipo de inferencia estadística que se hace acerca del futuro de algunas variables o conjuntos de variables basándose en sucesos pasados. La técnica más importante para hacer inferencias sobre el futuro con base en lo ocurrido en el pasado, es el análisis de Series de Tiempo.

#### DEFINICION:

"Una serie de tiempo es un conjunto de valores -- cuantitativos de cuenta variable dispuestos en el orden -- cronológico de su ocurrencia".

El término se aplica, por ejemplo, a indicadores económicos tales como el Producto Nacional Bruto, el índice de producción industrial, ventas de vehículos de motor.

También se aplican a otras variables, como la inscripción en instituciones de enseñanza, la población de un país, o de una región, la precipitación de lluvias en una determinada localidad. La posibilidad de que la marcha de una variable en el pasado pueda seguir en el futuro, ofrece una base razonable para la previsión o inferencia, que es el principal objetivo de las series de tiempo.

#### DIVISION PARA SU ESTUDIO.

Existen cuatro tipos básicos de componentes en una serie cronológica. Estos son: de tendencia secular, -- las variaciones estacionales, las fluctuaciones cíclicas y los cambios aleatorios o irregulares.

#### USOS Y APLICACION DE LAS SERIES DE TIEMPO EN LAS EMPRESAS.

Las predicciones se usan en áreas de muy diferente responsabilidad dentro de la administración, para servir como base para la planeación y control. Algunas de estas áreas y sus usos son los siguientes:

**Programación.** -- Preparar programas basados en un volumen predicho de ventas y gastos.

**Producción.** -- Programar trabajo futuro para obtener uso óptimo del trabajo, material, equipo y planta. Controlar los inventarios en proceso y de artículos acabados, con respecto a las demandas anticipadas de los clientes.

**Gerencia de Ventas.** -- Establecer metas para la fuerza de ventas. Ajustar territorios de ventas para igualar potenciales de ventas entre los territorios. Establecer cuotas para territorios y para vendedores individuales. Determinar planes equitativos de compensación para los vendedores a la luz de las potencialidades de venta de sus territorios. Localizar el esfuerzo de ventas en términos de metas y cuotas. Determinar las necesidades de promoción y de ventas.

**Finanzas.-** Programas financieros a largo plazo, basados en predicciones a largo plazo sobre ventas, precios y necesidades de capital. Estimar las necesidades de capital de trabajo sobre bases de predicciones a corto plazo.

**Contabilidad.-** Determinar costos estándar basados en predicciones de niveles de precios y volúmenes de producción.

**Compras.-** Considerar la predicción de precios antes de determinar la acción final de compras. Controlar los inventarios de materias primas a la luz de la predicción de precios, de ventas y de producción. Programar las compras para sacar ventaja de las declinaciones por temporada u otras disminuciones de precios.

**Relaciones Industriales.-** Estabilizar el nivel de contratación durante el año en industrias cuyas ventas fluctúan por temporada.

**Ingeniería.-** Preparar programas de mantenimiento y reparación.

#### LIMITACIONES.

Existen otros factores que afectan y determinan las condiciones de venta y demanda que es difícil que no los muestre los cálculos, tales como:

- a).- Competencia acrecentada.
- b).- Estudios de mercadotecnia que revolucionen el mercado.
- c).- Relaciones obrero-patronales.
- d).- Decisiones políticas que podrían afectar la industria y su crecimiento, etc.

ANALISIS DE TENDENCIA SECULAR COMO HERRAMIENTA PARA PLANEAR  
PREDECIR Y CONTROLAR A LARGO PLAZO.

INTRODUCCION.

La información que poseemos acerca de las ventas mensuales de una empresa, los datos sobre la producción -- anual de una industria o la información que poseemos acerca de la cantidad de artículos que importa México cada año, son series de tiempo y el análisis estadístico de los movimientos pasados de estos datos nos permiten:

- a).- Determinar el patrón pasado y el actual de estos movimientos en una serie de tiempo, y
- b).- Obtener claves acerca del futuro de estos movimientos.

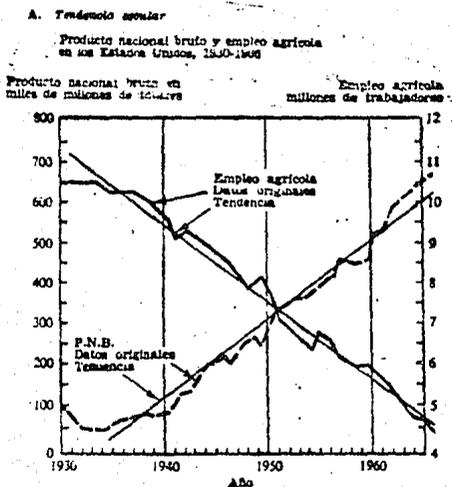
Estas claves son un valioso auxiliar del administrador que se tienen que enfrentar día con día al problema de predecir que a su vez es base para planear y controlar.

La predicción de ventas es una de las más importantes, aunque también se hagan muchas otras predicciones como la de existencias de materias primas o el costo de -- las mismas.

Antes de tratar de predecir eventos futuros, es necesario, generalmente, hacer ajustes en la información que poseemos, debido a que la recopilación se lleva a cabo en un período de tiempo relativamente largo. Esto tiende a que la información sea inconsistente y esté plagada de errores. Un ejemplo claro es el del precio de los artículos, que aunque éstos suban en un 100% no podemos decir que el costo de la vida ha subido al doble, sino que debemos deflacionar los precios en base a los aumentos del salario, para así conocer el verdadero aumento en el costo de la vida. Otro ejemplo es el de continuar haciendo las mismas operaciones con una moneda extranjera que ha cambiado de valor.

## DEFINICION.

Tendencia secular.- La tendencia secular señala la dirección del movimiento de una serie de tiempo sobre un largo período de tiempo. Puede ser un movimiento ascendente o descendente. Cuando se muestra gráficamente, es usualmente representado por una línea recta o por una curva suave (curva de tendencia). (Ver gráfica No. 1).



GRAFICA NUM. 1

Uno de los requisitos principales es que la curva de tendencia cubra períodos relativamente largos de tiempo, para que así se tenga una representación fidedigna de la tendencia y se puedan extrapolar los datos hacia el futuro sin temor de errar mucho en nuestros cálculos.

Según experiencias en los Estados Unidos sobre tendencias a largo plazo en las economías americanas, se ha observado que muchas industrias empiezan sus operaciones con un período corto de recesión, seguido de un rápido crecimiento hasta llegar a un nivel de madurez que es difícil superar. Las curvas de Gompertz y de Pearl-Reed son curvas usadas en el análisis de dicha tendencia en negocios y economía. (Gráfica Núm. 2).

#### USOS DE LAS TENDENCIAS SECULARES.

a).- Las curvas de crecimiento son herramientas útiles para describir matemáticamente los patrones de tendencia descritos anteriormente.

b).- Nos sirven para tomar decisiones acerca de programas a largo plazo, tales como expansión de la planta y financiamiento relacionado.

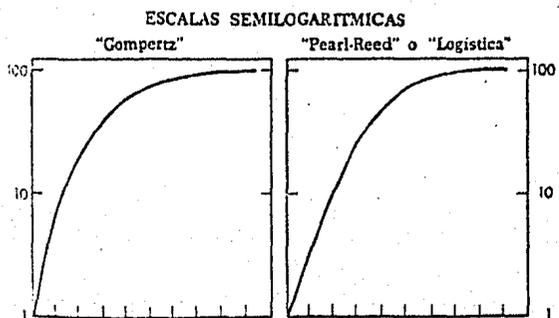
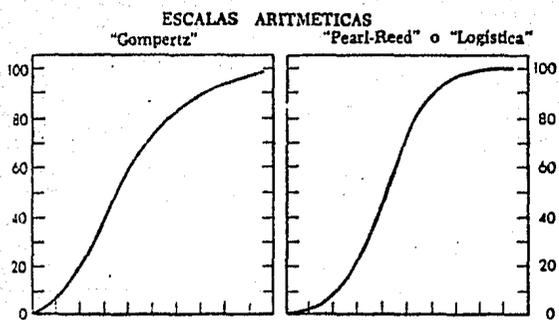
#### LIMITACIONES.

Al proyectar una tendencia secular, se deberán tomar en cuenta otros factores adicionales, como el análisis de otras tendencias. También hay que analizar si los datos históricos que poseemos son relevantes para tomar decisiones en el futuro. Asimismo, hay que seleccionar una curva apropiada de tendencia, curva de crecimiento, línea recta, semilogarítmica, línea recta aritmética, etc.

#### CALCULO Y EJEMPLOS.

Tendencia secular.- En cualquier serie de tiempo existen movimientos irregulares o herráticos que son independientes tanto de tendencias seculares, como de variaciones cíclicas o estacionales. Estos movimientos aleatorios que causan irregularidades en las actividades de cualquier organización, pueden ser cancelados si se usan unidades de tiempo lo suficientemente largas para que su influencia se pierda en los cálculos de tendencia secular.

## GRAFICA NUM. 2



Para el cálculo de una serie de tiempo se tienen que tomar en cuenta los siguientes factores:

Y: Valor real incluido en los datos originales.

T: El valor de la tendencia secular de Y

S: La variación estacional de Y

C: La fluctuación cíclica de Y

I: El movimiento irregular de Y

Por medio de una ecuación podemos representar -- cualquier tendencia. Si ésta es una línea recta, la representamos con la ecuación:

$$Y = a + bX$$

donde: Y = valor del punto sobre la línea recta, basado en la escala vertical o eje de las Y, es también -- llamada la variable independiente, puesto que -- los valores de Y dependen de los valores de X;

X = Valor de un punto sobre la línea recta, basado en la escala horizontal o eje de las X, es también llamada una variable independiente con respecto a los valores de Y;

a = Intercepción con el eje de las Y (la altura de la ordenada desde el origen al punto de intersección de la línea recta con el eje de las Y), es igual al valor de Y., cuando  $X=0$ ;

b = la pendiente de la línea recta, también representa la cantidad promedio de cambio en la variable Y por cambio unitario en la variable X.

En la práctica en el año base o año cero Y se representa como 0 en la escala de las X.

### MÉTODOS DE CÁLCULO.

Para obtener la ecuación que nos va a dar la línea recta de la tendencia, existen tres métodos, ellos son:

- 1.- Método gráfico de mano alzada.
- 2.- Método de semipromedios.
- 3.- Método de mínimos cuadrados.

Cualquiera de los tres métodos nos dará la línea de la tendencia secular, ya sea través de gráficas o cálculos matemáticos.

El método gráfico de mano alzada consiste en:

- 1.- Marcar la serie de tiempo en una gráfica.
- 2.- Examinar la dirección de la tendencia, y en base a ese escrutinio,
- 3.- Dibujar una línea recta que ajuste todos los datos de la serie de tiempo.

La ventaja de este método es la facilidad con que se puede calcular, pero resulta tan subjetivo que cuando la tendencia no es obvia, los resultados son generalmente insatisfactorios.

Ejemplo 1.- La tabla Núm. 1 nos muestra las ventas de la Wilson Department Store para los años 1950 a 1964 (15 años). a) Dibjar una línea recta para ajustar los datos mediante el método gráfico de mano alzada. b) Sea el primer año 1950, el origen, la unidad X un año, y la unidad Y \$1,000. Encontrar la ecuación de la línea recta. c) Calcular el valor de tendencia para el año de 1960.

**TABLA NUM. 1**  
VENTAS DE LA WILSON DEPARTMENT STORE, 1950 A 1964

Año	Ventas	
1950	\$ 7,000	Subtotal de 7 años: \$56,000 Promedio anual de ventas: \$56,000/7 = \$8,000 (basado en las ventas de 1950 a 1956)
1951	6,000	
1952	2,000	
1953	4,000	
1954	8,000	
1955	16,000	
1956	13,000	
1957	14,000	Año central
1958	17,000	Subtotal de 7 años: \$161,000 Promedio anual de ventas: \$161,000/7 = \$23,000 (basado en las ventas de 1958 a 1964)
1959	20,000	
1960	23,000	
1961	19,000	
1962	25,000	
1963	28,000	
1964	29,000	
<b>Total</b>	<b>\$231,000</b>	<b>Promedio anual de ventas (basado en los 15 años):</b> $\$231,000/15 = \$15,400$ .

Solución. a.- Los datos originales están marcados en la gráfica 3. Los datos muestran una tendencia ascendente. -- Una línea recta que muestre la tendencia es dibujada a través de la media, \$15,400, la cual se localiza en el centro del -- período de la serie de tiempo, o julio 1, 1957.

b.- La ecuación que representa la línea recta está basada en dos puntos sobre la línea: \$15,400 (media) y - - - \$5,000 (la intercepción del eje de las Y, la cual está localizada en julio 1, 1950, el origen). Los dos puntos indican que el incremento de \$10,400 (= \$15,400 - \$5,000 como se muestra en la escala de las Y) corresponde a 7 años ( o 7 espacios unitarios como se muestra en la escala de las X). Por lo tanto,

$a = 5$  (la intercepción con el eje de las Y)

$$b = \frac{15.4 - 5}{7} = \frac{10.4}{7} = 1.4857 \text{ (el promedio de incremento anual en miles de dólares o - - - - } \$1,485.70)$$

$$Y = 5 + 1.4857X$$

con origen: julio 1, 1950

unidad de X : 1 año

unidad de Y : \$1,000

El método de semipromedios consiste en:

- 1.- Dividir los datos originales en dos grupos iguales y calcular la media de cada grupo.
- 2.- Marcar las dos medias sobre la gráfica y trazar una línea recta que pase por ambos puntos.

Ejemplo.- Usar los datos dados en la tabla 1. Dibujar una línea recta para ajustar los datos mediante el método de semipromedios. b) Encontrar la ecuación de tendencia. c) Calcular el valor de tendencia de 1960 basado en la ecuación.

Solución.- a) Los datos originales son divididos en dos grupos iguales. El primer grupo cubre las ventas de 1950 a 1956 (7 años); el segundo grupo cubre las ventas de 1958 a 1964 (también 7 años), y las ventas del año central (1957) de la serie son ignoradas.

El subtotal de las ventas de los primeros 7 años es \$56,000 y la media anual de las ventas del grupo es de \$8,000. El subtotal de las ventas del segundo grupo de 7 años es de \$161,000 y la media anual de las ventas del grupo es \$23,000. El cálculo de los subtotales y de las medias se muestra en la tabla 1.

Los datos originales y los puntos que representan las dos medias son también marcados en la gráfica. 3. Observe en la gráfica que \$8,000 es marcado en la localización justamente arriba de julio 1, 1961, el centro de los

primeros 7 años, y \$23,000 justamente arriba de julio 1, 1961, el centro de los segundos 7 años. Se dibuja una línea recta - basada en las dos medias.

b).- La ecuación de tendencia para esta línea se obtiene tomando como origen 1953. (Nota: Ya sea 1953 o 1961 pueden ser seleccionados como el origen). Por lo tanto,

$$a = 8 \text{ (intercepción del eje de las Y en } \$1,000\text{.)}$$

$$b = \frac{23 - 8}{8} = \frac{15}{8} = 1.875 \text{ (Hay 8 años o espacios en -}$$

tre los años 1953 a 1961.  
El incremento promedio  
anual es 1.875 en \$1,000 -  
o \$1,875.

La ecuación es

$$Y_c = 8 + 1.875X$$

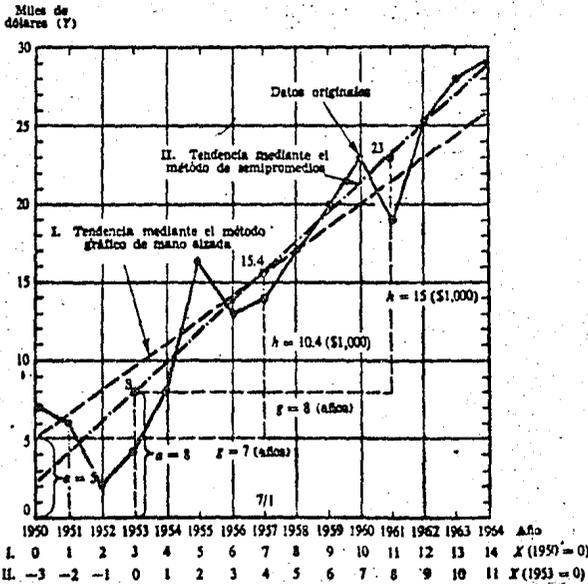
con origen: julio 1, 1953  
unidad de X : 1 año  
unidad de Y : \$1,000

c.- El valor de tendencia de 1960.

$$X = 7$$

$$Y_c = 8 + 1.875(7) = 21.125 \text{ (en unidades de } \$1,000 \text{ o } \$21,125\text{.)}$$

Ilustración de tendencias lineales mediante el método gráfico de mano alzada y el método de semipromedios (ventas de la Wilson Department Store, 1950-1964)



En los dos métodos mencionados anteriormente, habremos obtenido una línea recta de tendencia que sirve de base para calcular la ecuación, merced a la cual podremos calcular la tendencia para cualquier año.

Cálculo del método de Mínimos cuadrados:

Por medio de dos ejemplos observaremos el cálculo de la ecuación de cuadrados mínimos. Uno es para el cálculo del caso de número impar de años y el otro para años par.

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} \qquad Y = a + bX$$

Este cálculo ha sido reducido debido a que el punto del período de tiempo en el cual se establece la tendencia — se le da valor de cero. En las fórmulas anteriores,  $\sum X = 0$

Cuando el número de años o meses que queremos calcular es par, debemos dar un valor de cero a los dos períodos medios y las otras X se transforman de acuerdo

$$b = \frac{\sum x Y}{\sum x^2}$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} \quad Y = a + bY$$

Ejemplo: Usar la información de ventas para los años 1950 a 1964 (15 años) proporcionada en la tabla 2.

- a) Sea la unidad de Y \$1,000. Encontrar la ecuación de tendencia de la línea recta mediante el método de mínimos cuadrados.  
 b) Calcular los valores de tendencia para los años 1950, 1957 y 1964.  
 c) Marcar los tres valores de tendencia, después dibujar una línea recta sobre la gráfica.

TABLA NUM. 2

CALCULO DE LA ECUACION DE LA LINEA RECTA DE TENDENCIA MEDIANTE EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS PARA UN NUMERO IMPAR DE AÑOS

Año		Ventas reales Y (en \$1,000)	XY	X <sup>2</sup>	Ventas de tendencia Y <sub>t</sub> (en \$1,000)
Número original	X (Unidad: año)				
1950	-7	7	-49	49	2.4
1951	-6	6	-36	36	4.3
1952	-5	2	-10	25	6.2
1953	-4	4	-16	16	8.0
1954	-3	8	-24	9	9.8
1955	-2	16	-32	4	11.7
1956	-1	13	-13	1	13.6
1957	0	14	0	0	15.4
1958	1	17	17	1	17.2
1959	2	20	40	4	19.1
1960	3	23	69	9	21.0
1961	4	19	76	16	22.8
1962	5	25	125	25	24.6
1963	6	28	168	36	26.3
1964	7	29	203	49	28.4
Total (Σ)	0	231	518	280	231.0

**Solución.**— La tabla # 2 está dispuesta para calcular la ecuación de la línea recta de tendencia para el ejemplo 3. Se sustituyen los valores obtenidos de la tabla en la fórmula como sigue:

$$a = \frac{\sum Y}{n} = \frac{231}{15} = 15.4 \text{ (Ordenada al origen. En el presente caso, es igual al promedio de ventas \$15,400.)}$$

$$b = \frac{\sum (XY)}{\sum X^2} = \frac{518}{280} = 1.85 \text{ (El promedio de incremento anual \$1,850.)}$$

La ecuación de tendencia es

$$Y_c = 15.4 + 1.85X$$

con origen:	julio 1, 1957
unidad de X:	1 año
unidad de Y:	\$1,000

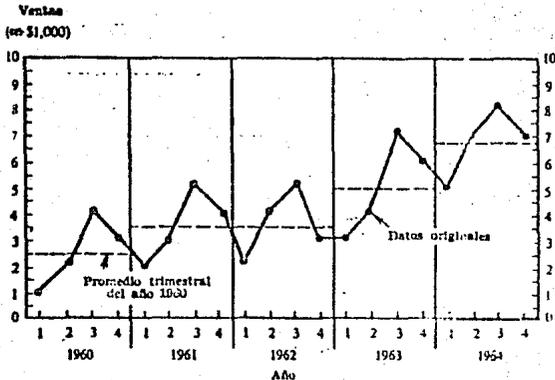
ANALISIS DE LA SERIE DE TIEMPO PARA PREDECIR,  
 PLANEAR Y CONTROLAR LAS VARIACIONES ESTACIONALES.

INTRODUCCION.

La variación estacional representa un movimiento -- periódico en una serie de tiempo. La unidad de duración del -- período es menor que un año. Puede ser un trimestre, un mes -- o un día. La variación estacional se expresa usualmente en números índices. El promedio de los números índices es 100 en una escala de porcentaje. (2). Un busquejo de la variación estacional anual se presenta en la siguiente gráfica, que muestra el aumento en la demanda en los meses de junio y julio y un marcado descenso al final y comienzo del año. Las principales causas de los patrones de variación estacional, están relacionadas con las estaciones y con las actividades tradicionales o habituales. Por ejemplo, la venta de helados disminuye en invierno.

GRAFICA NUM. 4

Ilustración para detectar la variación estacional en las ventas trimestrales de la Fred Department Store para los años 1960 a 1964



## IMPORTANCIA DE LAS VARIACIONES ESTACIONALES.

El conocimiento de las variaciones estacionales es de gran importancia en lo que se refiere a activo circulante. A través de su conocimiento vamos a decidir la política de producir a un ritmo continuo a través de todo el año con el consiguiente aumento de los stocks o producir más cuando se acerca la época de gran demanda. Las dos políticas tienen ventajas y desventajas y sólo a través de cálculos matemáticos y el conocimiento de las variaciones estacionales podemos decidir la política más objetiva.

## DEFINICION.

La variación estacional es un movimiento periódico clasificado en períodos de menos de un año, tal como un trimestre, meses, días hábiles. Porejemplo, una serie de 15 años de cierta actividad clasificada en meses puede mostrar persistentemente la más alta cantidad de actividad en julio y la más baja en mayo en cada uno de los 15 años.

Hay que hacer notar que las variaciones estacionales causan problemas a la administración, ya que hay que estar haciendo constantes predicciones de operación, así como analizar los rendimientos actuales y pasados. Supongamos que una empresa ha venido aumentando sus ventas en los últimos dos o tres meses. La administración necesita saber si este aumento es simplemente estacional o si es indicativo de un movimiento hacia arriba de las ventas.

## LIMITACIONES.

Los patrones estacionales tienden a ser repetitivos, pero éstos siempre muestran una cierta cantidad de variación. Por ejemplo, la gerencia podrá comparar las ventas de noviembre de 1965 con las ventas de noviembre de 1966. En esta comparación, se supone que cualquier variación puramente estacional se mantiene constante; así pues, las diferencias entre estos dos períodos pueden ser atribuidas completamente a factores indiferentes a las influencias estacionales. Esta

limitación es a menudo crítica cuando ocurre un aumento o descenso cíclico, debido a que en tales casos la contracción o ascenso cíclico generalmente continuará por algún tiempo antes de que una comparación del nivel corriente con el nivel del año anterior, puedan llevar al reconocimiento de este cambio.

Las causas que provocan dichos cambios se pueden deber a: innovaciones técnicas que frecuentemente cambian los patrones estacionales gradualmente; a campañas especiales de promoción y ventas; a cambios graduales en los hábitos de compra de bienes de consumo. Estas, entre otras causas, constituyen razones obvias de los cambios de ciertos patrones estacionales.

#### MÉTODOS DE CÁLCULO DE LA VARIACION ESTACIONAL.

Para el cálculo de la variación estacional, es necesario primero observar si ésta existe. Un método sencillo consiste en observar los valores individuales con respecto al promedio de valores de cada año.

Los patrones de variación estacional pueden clasificarse en dos tipos: específicos y típicos. Un patrón específico se refiere a la variación estacional en un período particular; mientras que un período típico describe la variación estacional promedio sobre un número de períodos, tal como los cinco años.

Hay varios métodos para calcular un conjunto de índices estacionales para una serie de tiempo dada:

- 1).- El método de los promedios simples de los datos originales.
- 2).- El método de promedios simples ajustados por movimientos de tendencia.
- 3).- El método de razones con respecto a promedios móviles.

### EL METODO DE PROMEDIOS SIMPLES.

El método de los promedios simples no toma en cuenta los movimientos de tendencia, cíclicos o irregulares por -- considerar que éstos están balanceados y que afectan de la -- misma manera todo el año. Aunque esto no es necesariamente -- cierto, el índice obtenido por este método da usualmente una -- buena estimación.

El procedimiento para calcular el índice estacional por este método consiste en:

- 1).- Encontrar el promedio (media aritmética) para cada trimestre (primero, segundo, ...) de los datos trimestrales, o para cada mes (enero, febrero, ...) de los datos mensuales.
- 2).- Calcular el índice estacional a partir de los promedios trimestrales (o mensuales). El índice estacional se expresa usualmente en forma de por ciento. El total de los por ciento es 400% para índices trimestrales y es 1,200% para índices mensuales. (EJEMPLO).

Ejemplo 1.- Usar las ventas trimestrales de la Fred Department Store para los años 1960 y 1964, dadas en la tabla 3. Calcular el índice estacional mediante el método de promedios simples de los datos originales.

Solución. 1.- Encontrar el promedio de ventas para cada trimestre. Los promedios ( $Y_a$ ) están calculados en la -- tabla # 3. Por ejemplo, el primer promedio trimestral se -- obtiene dividiendo el total de las ventas de los primeros -- trimestres, 13 entre 5, o  $13/5 = 2.6$  (en \$1,000). Los efectos de los movimientos cíclicos e irregulares son, por lo tanto, eliminados por el proceso de promediación. El efecto del mo-

TABLA NUM. 3

VENTAS DE LA FRED DEPARTMENT STORE PARA LOS TRIMESTRES  
DE LOS AÑOS 1960 A 1964

Año	Ventas trimestrales (unidad: \$1,000), Y				Total anual	Promedio trimestral para el año
	1er. trimestre	2o. trimestre	3er. trimestre	4o. trimestre		
1960	1(B)*	2(B)*	3(A)*	3(A)*	10	2.50
1961	2(B)	3(B)	5(A)	4(A)	14	3.50
1962	2(B)	4(A)	5(A)	3(B)	14	3.50
1963	2(B)	4(B)	7(A)	6(A)	20	5.00
1964	5(B)	7(A)	8(A)	7(A)	27	6.75
Total	13(5 B's)	20(3 B's)	29(5 A's)	23(1 B)	85	21.25
Y: Promedio	2.6	4	5.8	4.6	17	4.25

\* (A) Indica *arriba* del promedio trimestral del año.

(B) Indica *abajo* del promedio trimestral del año.

Fuente: Datos hipotéticos.

vimiento de tendencia es ignorado. Por lo tanto, los promedios se tratan como los valores de un patrón estacional típico. Los valores típicos son ahora usados para calcular el índice en la serie dada.

2.- El cálculo del índice se presenta en la tabla -- . El promedio para cada trimestre aparece en la columna -- (2) de la tabla. El índice, en forma decimal, columna (4)', -- puede calcularse en cualquiera de las dos maneras siguientes:

a).- Primero, expresar cada promedio trimestral como razón del total de los cuatro promedios trimestrales. Esto es hecho en la comuna (3). Por ejemplo, la razón del primer promedio trimestral se obtiene dividiendo 2.6 entre 17, o  $2.6 \div 17 = 0.1529$ , el cual está redondeado a 0.153 en la tabla. La suma de las 4 razones deberá ser 1. En seguida multiplicar cada razón por 4, para obtener el índice en forma decimal. Por lo tanto,  $0.153 \times 4 = 0.612$  (índice del primer trimestre).

b).- Primero, encontrar el promedio de los 4<sup>o</sup> promedios trimestrales, o  $17 \div 4 = 4.25$ . En seguida, expresar cada promedio trimestral como una razón con respecto al promedio de los cuatro promedios trimestrales para obtener el índice en forma decimal. Por ejemplo, la razón del primer promedio trimestral se obtiene:  $2.6 \div 4.25 = 0.612$ .

Por conveniencia, se cambia el índice decimal a un índice en por ciento (columna (5) ) moviendo el punto decimal dos lugares a la derecha y anexando el signo de por ciento -- (%), tal como

.612 - 61.2%, o escrito como 61.2 en la columna de por ciento (%).

El índice estacional en forma de por ciento puede -- ser también escrito como arriba o abajo del promedio de los -- 4 promedios trimestrales (=100%). Esto muestra la columna -- (6) de la tabla 3 y en la gráfica 5.

## EL METODO DE PROMEDIOS SIMPLES AJUSTADOS POR TENDENCIA.

El procedimiento para calcular el índice de tendencia es muy parecido al anterior. Los efectos de los movimientos cíclicos e irregulares son de nuevo eliminados por el proceso de promediación de los datos para cada trimestre (o mes). Sin embargo, el movimiento de tendencia no va a ser ignorado en este método.

$$Y = T + S + C + I$$

Después de la eliminación de las fluctuaciones (C) e irregulares (I) mediante el proceso de promediación, el modelo puede ser escrito

$$Y_a = T_a + S_a \text{ o } S_a = Y_a - T_a$$

Donde  $Y_a$  representa un promedio simple de los valores de  $Y$  para un trimestre.

$T_a$  representa la desviación promedio correspondiente (aumento o disminución) para cada trimestre, debida al movimiento de tendencia.

El resultado de la resta,  $S_a = Y_a - T_a$ , es una estacional típica o un promedio ajustado por movimientos de tendencia. Los valores de  $S_a$  son usados para calcular el índice estacional.

La desviación promedio  $T_a$  se calcula de una ecuación de tendencia. La ecuación de tendencia puede obtenerse por distintos métodos. En este caso utilizaremos la ecuación de tendencia lineal por el método de mínimos cuadrados. Por lo tanto, la desviación promedio para cada trimestre se calcula a partir de  $b$  de la ecuación  $Y_c = a + bX$ .

El índice obtenido por este método es usualmente muy cercano al índice obtenido por el método más lógico, aunque los supuestos que hace con respecto a las fluctuaciones cíclicas e irregulares no sean necesariamente verdaderos. El procedimiento de este método se ilustra en el siguiente

Ejemplo. Usar las ventas trimestrales de la Fred Department Store para los años 1960 a 1964 dadas en la tabla 3. Calcular el índice estacional por el método de promedios simples ajustados por movimiento de tendencia.

TABLA NUM. 4

CALCULO DEL INDICE ESTACIONAL MEDIANTE EL METODO DE PROMEDIOS  
SIMPLES AJUSTADOS POR MOVIMIENTO DE TENDENCIA, PARA LAS VENTAS  
TRIMESTRALES DE LA FRED DEPARTMENT STORE, 1960 A 1964

(1) Trimestre	(2) Promedio de ventas del trimestre $Y_a$ (\$1,000)	(3) Incremento promedio debido a tendencia, 0.25 (en \$1,000) por trimestre $T_a$	(4) Patrón estacional típico (\$1,000) $Y_a - T_a = S_a$	(5) Índice en decimales = col.(4) $\div 3.875$	(6) Índice en porcentaje (%)	(7) Índice, arriba (+) o abajo (-) de 100%
Primero	\$2.6	\$0.00	\$2.60	0.671	67.1	-32.9
Segundo	4.0	0.25	3.75	0.968	96.8	-3.2
Tercero	5.8	0.50	5.30	1.368*	136.7	+36.7
Cuarto	4.6	0.75	3.85	0.994	99.4	-0.6
Total Promedio	17.0	1.50	15.50 3.875	4.00/0* 1.000	400.0 100.0	0.0

\* El índice mayor 1.368 se ajustó a 1.367 para forzar el total de la columna a 4,000.

Solución.- La tabla 4 está dispuesta para calcular el índice estacional por este método. El procedimiento del cálculo es como sigue:

- 1.- Encontrar el promedio de ventas (media aritmética) para cada trimestre. Los promedios ( $Y_a$ ) son obtenidos de la tabla 3 y figuran en la columna (2) de la tabla 4. Los efectos de los movimientos cíclicos e irregulares son, por lo tanto, eliminados por el proceso de promediación. Los promedios forman entonces un patrón estacional típico antes de ajustar por el

movimiento de tendencia.

- 2.- Encontrar la desviación promedio para cada trimestre debida al movimiento de tendencia. Primero obtener la ecuación de la línea recta de tendencia para los datos trimestrales de 1960 a 1964 mediante el método de mínimos cuadrados. - La ecuación de tendencia es

$$Y_e = 4.25 + 1X, \text{ con origen: julio 1, 1962}$$

unidad de X: 1 año.

unidad de Y: \$1,000 (para datos trimestrales).

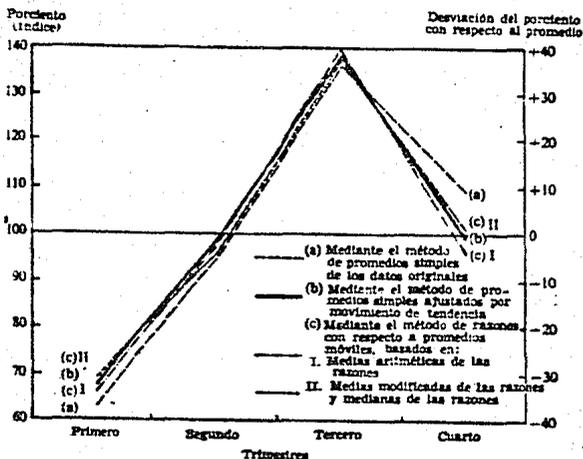
El valor de b es 1, el cual muestra el incremento anual, puesto que la unidad de X es 1 año. Por lo tanto, el incremento por trimestre es \$250, o  $1/4 = 0.25$  en \$1,000. Los incrementos trimestrales promedio debidos a movimientos de tendencia ( $T_a$ ) figuran en la columna (3) de la tabla 4. Las ventas promedio para el primer trimestre son la base, o no incremento. Las ventas promedio para los trimestres sucesivos se incrementan 0.25 por trimestre, o  $2(0.25) = 0.50$  para el tercer trimestre y  $3(0.25) = 0.75$  para el cuarto trimestre.

3.- Restar  $T_a$  de  $Y_a$  para obtener  $S_a$ . El resultado de la resta se muestra en la columna (4). Los valores en la columna forman un patrón típico de variación estacional después de que la tendencia, los movimientos cíclicos irregulares son eliminados. El promedio de los estacionales típicos es 15.5064-3.875 por trimestre (\$1,000).

4.- Dividir cada promedio ajustado,  $S_a$  entre 3.875. Los cocientes, los cuales figuran en la columna (5), son el índice estacional en forma decimal. La forma decimal se expresa en forma de por ciento en la columna (6). El índice en forma de por ciento arriba o abajo del promedio (100%) se presenta en la columna (7) de la tabla y también se muestra en la gráfica 5.

## GRAFICA NUM. 5

Indices estacionales calculados mediante varios métodos, para las ventas trimestrales de la Fred Department Store, 1963 a 1964



**APLICACION DEL ANALISIS DE LAS VARIACIONES ESTACIONALES.**  
(por departamentos)

Departamento de Ventas.- Las cuotas de ventas deben tomarse en consideración para productos cuya demanda es estacional. Si no se toman en cuenta estas variaciones, los vendedores tendrían la posibilidad de exceder sus ganancias cuando la demanda es muy alta u obtener muy poco cuando la demanda es muy baja.

Departamento de Finanzas.- Las necesidades que una empresa puede tener de activo en efectivo puede estar en ra--

zón directa con las variaciones estacionales. Esta situación crea numerosos problemas al gerente financiero, pero el conocimiento de dichas variaciones puede ayudar a aliviar la situación más fácilmente.

Contabilidad de Costos.- Si no se reconoce la variación estacional, los costos unitarios durante los períodos flojos pueden incluir, por ejemplo, tiempo ocioso inevitable para las máquinas y otro equipo. Tales costos no nos muestran la eficiencia de operación.

Departamento de Producción.- El Departamento de Producción se encuentra en la alternativa de producir de una manera constante durante todo el año o acelerar sus programas cuando la demanda aumenta debido a variaciones estacionales. En un problema como éstos nos podemos ayudar a técnicas matemático-estadístico, incluyendo el análisis del patrón de demanda estacional.

**LAS FLUCTUACIONES CICLICAS COMO HERRAMIENTA  
PARA PREDECIR, PLANEAR Y ORGANIZAR A CORTO  
PLAZO.**

**INTRODUCCION.**

Las proyecciones de tendencia que ya estudiamos son una base inadecuada para hacer predicciones a corto plazo, debido a la gran cantidad de variaciones que sufre la curva de tendencia en su línea ascendente o descendente. La administración, por lo tanto, debe de buscar en las fluctuaciones cíclicas una de las medidas que le ayuden a predecir en períodos de tiempo inmediato como un mes, el próximo trimestre, el próximo semestre o el próximo año.

**IMPORTANCIA DE LAS FLUCTUACIONES CICLICAS.**

Si en una compañía X, por ejemplo, aumentan las ventas, y ésta no previó dicho aumento, el resultado será una -- pérdida de oportunidad de venta y de las utilidades correspondientes; de lo contrario, si hay una baja en las ventas y la compañía X no se da cuenta a tiempo, el resultado se traducirá en pérdidas de operación y excedentes innecesarios en los stocks.

Cuando la marcha de la organización es constante, - no tenemos el peligro que señalamos anteriormente. Pero la habilidad de un buen administrador consiste en tomar en cuenta los cambios cuando éstos no son previsibles. Esta es la parte difícil de las predicciones, cuando éstas se salen de la marca.

**FLUCUTACIONES CICLICAS. DEFINICION.**

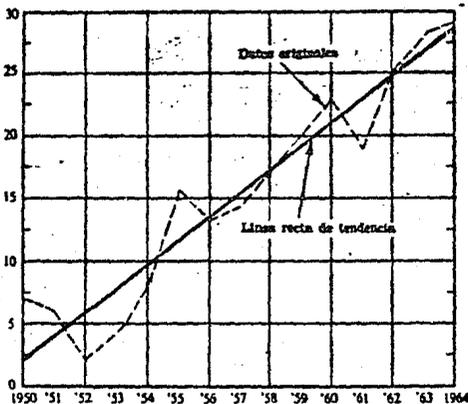
Las fluctuaciones cíclicas, también llamadas ciclos, indican las expansiones (ascensos) y las contracciones (descensos) de las actividades de los negocios alrededor del valor normal. La duración de cada ciclo es no-fija y relativamente corta. El National Bureau of Economic Research, Inc.,

el cual, en años recientes, ha sido el líder en la investigación de ciclos, indicó que hubo 25 ciclos principales de 1857 a 1966. Las duraciones de los 25 ciclos van desde 17 hasta — 101 meses con un promedio de 49 meses por ciclo. Las fluctuaciones cíclicas se expresan usualmente en porcentos sobre o por debajo del valor normal. Un bosquejo del movimiento cíclico se muestra en la Gráfica Núm. 6.

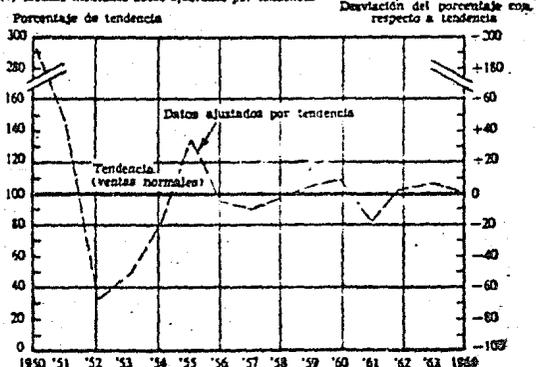
### GRAFICA NUM. 6

Efecto de las fluctuaciones cíclicas sobre las ventas de la Wilson Department Store, 1950 a 1964

(a) Observado de los datos originales  
Y (\$1,000)



(b) Medida mediante datos ajustados por tendencia



### CALCULOS DE LOS MOVIMIENTOS CICLICOS E IRREGULARES.

Una variación estacional muestra fluctuaciones cíclicas periódicas que se repiten año con año. Cuando una serie de tiempo es clasificada por años, la variación estacional se elimina, al igual que los movimientos irregulares. El movimiento multiplicativo de las series de tiempo de datos anuales se vuelve entonces

$$Y = T \times C$$

El efecto de fluctuaciones cíclicas se mide ahora por las razones de  $Y$  (los datos originales) con respecto a  $T$  (los valores de tendencia), o

$C = \frac{Y}{T}$  Ejemplo.- El cálculo de  $T$  en este ejemplo es calculado en base a la técnica de mínimos cuadrados.

Ejemplo.- Usar la información concerniente a las ventas anuales para los años 1950 a 1964 de la Wilson Department Store que se muestra en la columna (2) de la tabla 5. Encontrar el valor de tendencia para cada año, mediante el método de mínimos cuadrados para una línea recta de tendencia. 2) Dibujar una gráfica para mostrar el efecto de fluctuaciones cíclicas de los datos.

TABLA NUM. 5

CALCULO DE LAS MEDIDAS DE LAS FLUCTUACIONES CICLICAS, DATOS AJUSTADOS POR  
TENDENCIA DE LAS VENTAS DE LA WILSON DEPARTMENT STORE, 1950 A 1964

(1) Año	(2) Ventas reales Y (en \$1,000)	(3) Ventas de tendencia T o Y. (en \$1,000)	(4) Ventas ajustados por tendencia (medidas de ciclos), Y/T		(6) Desviación por- centual con res- pecto a tendencia (tendencia = 100%)
			en decimales	en porcentos	
1950	7	2.4	2.92	292%	+192%
1951	6	4.3	1.40	140	+ 40
1952	2	6.2	0.32	32	- 68
1953	4	8.0	0.50	50	- 50
1954	8	9.8	0.82	82	- 18
1955	16	11.7	1.37	137	+ 37
1956	13	13.6	0.96	96	- 4
1957	14	15.4	0.91	91	- 9
1958	17	17.2	0.99	99	- 1
1959	20	19.1	1.05	105	+ 5
1960	23	21.0	1.10	110	+ 10
1961	19	22.8	0.83	83	- 17
1962	25	24.6	1.02	102	+ 2
1963	28	26.5	1.06	106	+ 6
1964	29	28.4	1.02	102	+ 2
Total	231	231.0			

Solución.- 1).- Los valores de tendencia requeridos (T o Ye) han sido calculados por el método de mínimos cuadrados en la tabla 2. Los valores de tendencia se muestran también en la columna (3) de la tabla 5.

2).- El efecto de la fluctuación cíclica para los datos, se muestra en la gráfica 6. La gráfica incluye dos partes:

a).- El efecto es observado de los datos originales. Consideremos los valores de tendencia como las ventas normales por años individuales. La forma de los ciclos puede ser vista fácilmente de los datos originales fluctuando alrededor de las ventas normales o la línea de tendencia. Sin em-

bargo, esta gráfica muestra la fluctuación en valores absolutos. Para comodidad en la comparación, se prefieren los valores relativos para mostrar la fluctuación. Esto es el hecho - en la parte b de la gráfica.

b).- El efecto es medido a través de los datos ajustados por tendencia. Los datos ajustados por tendencia, o las razones de los datos originales con respecto a los valores de tendencia, pueden expresarse en forma decimal o en forma porcentual. Por ejemplo, la razón del primer año, 1950, se calcula como sigue:

$$C = \frac{Y}{T} = \frac{7}{2.4} = 2.916, \text{ o redondeado a } 2.92 - 292\%$$

Las razones expresadas en forma decimal se muestran en la columna (4) y en forma de porcentaje (%) en la columna (5) de la tabla 5. Las razones en porcentaje se muestran también en la parte (b) de la gráfica 6. Observe que la línea ascendente de tendencia en la parte (a) se cambia a un nivel de posición en la parte (b) como la base, o 100% para cada año.

La fluctuación cíclica puede ser también medida sobre las bases del modelo aditivo,

$$Y = T + C, \text{ o}$$

$$C = Y - T$$

para producir el mismo resultado. Las desviaciones de los datos originales con respecto a los valores de tendencia, pueden expresarse en términos absolutos o relativos. Por ejemplo, la desviación en cantidad absoluta para el primer año, 1960, se calcula como sigue:

$$C = Y - T = 7 - 2.4 = 4.6 \text{ (en } \$1,000)$$

la desviación en términos relativos, basada en el valor de --  
tendencia, es

$$\frac{4.6}{2.4} - 1.92 \text{ o } 192\%,$$

la cual es la misma que la diferencia entre el dato ajustado--  
por tendencia ( $Y/T = 292\%$ ) y el valor de tendencia (100% o la  
base). Las desviaciones en términos absolutos, pueden obser--  
varse en la parte (a), y en términos porcentuales, pueden ser  
vistas en la parte (b) de la gráfica 6, y columna (6) de la -  
tabla 5.

#### MEDICION DE FLUCTUACIONES CICLICAS DE DATOS MENORES DE UN AÑO

Hay tres métodos para obtener los datos ajustados -  
por variación estacional y tendencia. La idea básica de los -  
métodos es eliminar los efectos de tendencia (T) y estaciona-  
lidad (S) de los datos originales (TSCI) a fin de obtener los  
efectos de los movimientos cíclicos (C) e irregulares (I).

Sólo presentaremos dos de los métodos existentes de  
bido a que son los más fáciles de calcular y presentan la mis-  
ma confiabilidad en sus resultados.

#### METODO A.

Primero obtener los datos ajustados por variación -  
estacional, o,

$$\frac{TSCI}{S} = TCI.$$

En seguida, obtener los datos ajustados por varia--  
ción estacional y tendencia, o

$$\frac{TCI}{S} = CI.$$

Este es un método conveniente cuando los datos ajustados por variación estacional son deseables o disponibles. - Este método se ilustra en el ejemplo siguiente.

Ejemplo.- Usar las ventas trimestrales de los años 1960 a 1964 en la Fred Department Store, proporcionadas en la columna (2) de la tabla 6. Medir el efecto de la fluctuación cíclica usando:

- 1).- Los datos ajustados por variación estacional.
- 2).- Los datos ajustados por variación estacional y tendencia, y
- 3).- Los datos después de eliminar la tendencia,-- estacionalidad y movimientos irregulares.

Solución. 1.- Mediante los datos ajustados por variación estacional. Esta serie es la misma serie presentada en la tabla 3. Los índices estacionales decambio, que se muestran en la columna (3) de la tabla 6 de la serie, son usados aquí para calcular los datos ajustados por variación estacional. Por ejemplo, el valor ajustado del primer trimestre de 1960, se calcula como sigue:

$$TCI = \frac{TSCI}{S} = \frac{1}{49\%} = \frac{1}{0.49} = 2.041 \text{ (en \$1000)}$$

Los datos ajustados por variación estacional, obtenidos de una manera similar a la de arriba, se muestran en la columna (5) de la tabla 6 y en la parte (a) de la gráfica 7. Los valores de tendencia de los datos originales se muestran en la columna (4) y también en la parte (a) de la gráfica. Observando la línea punteada que representa los datos ajustados por variación estacional) y la línea sólida de tendencia (que representa las ventas normales), podemos ver claramente los efectos de los movimientos cíclicos e irregulares.

#### METODO B.

Primero, obtener el valor de tendencia y estacional

TABLA NUM. 6

CALCULO DE LAS MEDIDAS DE LOS MOVIMIENTOS CICLICO-IRREGULARES (CI), MEDIANTE DATOS AJUSTADOS POR VARIACION ESTACIONAL Y TENDENCIA DE LAS VENTAS TRIMESTRALES DE LA FRED DEPARTMENT STORE, 1960 A 1964 (UNIDAD: \$1,000)

(1) Año y trimestre	(2) Datos originales $Y = TSCI$	(3) Indice estacional de cambio $S$	(4) Valor de tendencia $T$	(5) Método A		(6) Método B	
				Datos ajustados por estacionalidad $\frac{TSCI}{S} = TCI$	Datos ajustados por estacionalidad y tendencia $\frac{TCI}{T} = CI$	Valor de tendencia-estacionalidad $T \times S$	Datos ajustados por estacionalidad y tendencia $\frac{TSCI}{TS} = CI$
1960-1º	31	49%	\$1.875	\$2.041	109%	\$0.91875	109%
2º	2	91	2.125	2.198	103	1.93375	103
3º	4	154	2.375	2.597	109	3.65750	109
4º	3	106	2.625	2.830	108	2.78250	108
1961-1º	2	57	2.875	3.509	122	1.63875	122
2º	3	94	3.125	3.191	102	2.93750	102
3º	5	146	3.375	3.425	101	4.92750	101
4º	4	103	3.625	3.883	107	3.73375	107
1962-1º	2	65	3.875	3.077	79	2.51875	79
2º	4	97	4.125	4.124	100	4.00125	100
3º	5	138	4.375	3.623	83	6.03750	83
4º	3	100	4.625	3.000	65	4.62500	65
1963-1º	3	73	4.875	4.110	84	3.35875	84
2º	4	100	5.125	4.000	78	5.12500	78
3º	7	130	5.375	5.385	100	6.98750	100
4º	6	97	5.625	6.186	110	5.45625	110
1964-1º	5	81	5.875	6.173	105	4.75875	105
2º	7	103	6.125	6.796	111	6.30875	111
3º	8	122	6.375	6.537	103	7.77250	103
4º	7	94	6.625	7.447	112	6.22750	112

En seguida, obtener los datos ajustados por variación estacional y tendencia, o

$$\frac{TSCI}{TS} = CI$$

Las razones son también llamadas datos ajustados por tendencia secular.

Este es el método más claro y simple para medir el efecto de las fluctuaciones cíclicas. Es el método más simple porque los cálculos por este método incluyen una multiplicación y una división, lo cual es más fácil que dos divisiones como son requeridas por los otros dos métodos. Es el método más claro porque la base de la razón (TSC/TS) es TS, la cual representa la operación normal.

EJEMPLO: Mediante los datos ajustados por variación estacional y tendencia. Los datos ajustados se calculan mediante los dos métodos más abajo.

#### METODO A.

Por ejemplo, el valor ajustado del primer trimestre de 1960, se calcula como sigue:

$$TCI = \frac{TSCI}{S} = \frac{1}{49\%} = \frac{1}{0.49} = 2.041 \text{ (en \$1,000)}$$

$$CI = \frac{TCI}{T} = \frac{2.031}{1.875} = 1.08353 \text{ o redondeado a } 1.09 = 109\%$$

Los datos calculados CI se muestran en la columna (6) de la tabla 6 y en la parte (c) de la gráfica 7.

METODO B. Por ejemplo, el valor ajustado del 1er. trimestre de 1960 se calcula así:

$$T \times S = 1.875 \times .49\% = 0.91875 \text{ (en \$1,000)}$$

$$CI = \frac{TSCI}{TS} = \frac{1}{0.91875} = 1.08844 \text{ o redondeado a } 1.09 = 109\%.$$

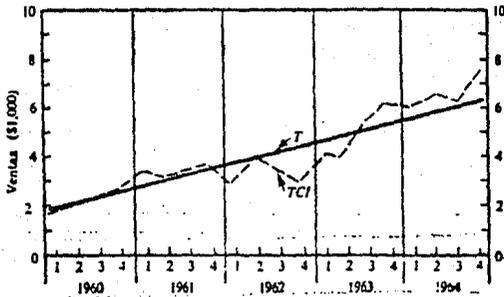
Los valores calculados de TS se muestran en la columna (b) de la tabla 6 y en la parte (b) de la gráfica 7 con los datos originales. Observe la fluctuación cíclica basada en los datos originales y las ventas normales (TS). Ambos son representadas por líneas quebradas. La diferencia entre el valor original (TSCI) y su correspondiente valor TS representa el efecto de los movimientos cíclicos e irregulares.

Los valores calculados de CI se muestran en la columna (8) de la tabla 7 y en la parte (d) de la gráfica 7 con las ventas normales (TS) como la base o 100%. La línea que representa las ventas normales se vuelve ahora una línea recta. Es obviamente más conveniente medir la fluctuación cíclico-irregular basada en una línea recta única, que basada en líneas quebradas. Por lo tanto, para medir la fluctuación, se prefieren los valores relativos que se muestran en la parte (c) a los valores absolutos que se muestran en la parte (b) de la gráfica 7.

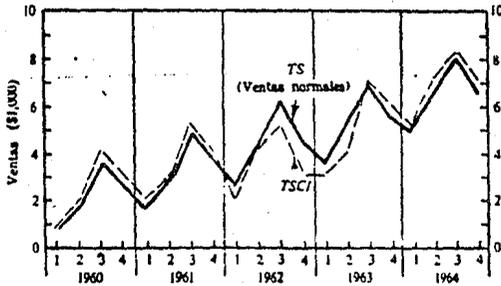
GRAFICA NUM. 7

Efectos de los movimientos cíclicos e irregulares sobre las ventas trimestrales de la Fred Department Store, 1960 a 1964

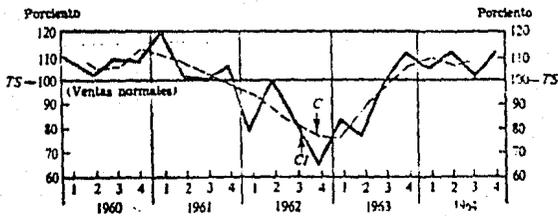
(a) Medidos mediante datos ajustados por variación estacional (TCI) con valores de tendencia (T)



(b) Medidos mediante datos originales (TSCI) con valores de tendencia estacional (TS)



(c) Medidos mediante datos ajustados por variación estacional y tendencia (C) con valor de tendencia estacional (TS) = 120%



## USO DE LAS MEDIDAS CICLICAS E IRREGULARES.

Las medidas cíclico irregulares pueden ser usadas - de tres maneras diferentes.

a).- Guiar operaciones corrientes.- La condición general de los negocios, ya sea de prosperidad o depresión, -- tiene efectos directos sobre los negocios individuales. El conocimiento de los ciclos de los negocios, por lo tanto, es importante para la administración de los negocios. Cuando la -- condición general de los negocios de la industria o la economía entera están alcanzando la cúspide de la expansión o el principio de la recesión, el gerente deberá restringir sus -- negocios de expansión. Si continúa sus acciones de incrementar inventarios, sufrirá pérdida debido a la depresión. Por -- otro lado, cuando la condición se está aproximando al fin de la recesión o al principio de la expansión, deberá estar listo para expandir los negocios a fin de maximizar la utilidad.

b).- Controlar los Ciclos de los Negocios.- El costo de la vida a través del período de una presión, en términos -- de pérdidas materiales y sufrimiento humano, ha sido probado grandemente. Así, en períodos de depresión es aconsejable una política de liberalidad monetaria. El crédito bancario total se debe expandir para incrementar la actividad económica. En -- períodos de alta actividad económica es aconsejable restringir la disponibilidad de reservas bancarias. El crédito bancario se eleva más despacio para hacer difícil ulterior expansión.

c).- Pronosticar Ciclos de los Negocios.- El efecto de las fluctuaciones cíclicas sobre una serie de tiempo, es -- importante para operaciones futuras de una firma, una industria y una nación, justamente como son las operaciones corrientes. Para hacer un pronóstico bueno y completo, debemos -- considerar las fluctuaciones cíclicas durante el pasado, el presente y así extrapolar los datos hacia el futuro.

### LIMITACIONES DEL ANALISIS DE LAS FLUCTUACIONES CICLICAS.

No hay método que nos indique la dirección que tomarán la desigual dirección de los ciclos a un nivel de completa exactitud. Por esta razón, una proyección sencilla, mecánica, basada sobre un patrón rígido en el ciclo, es probablemente muy peligrosa. Esto debido a la variabilidad de los ciclos sucesivos.

Hay, sin embargo, muchos métodos que pueden ser usados para predecir, aproximadamente, las direcciones de los ciclos en el futuro. Pero hay que tener siempre presente que la variabilidad de los ciclos ha hecho que la mayoría de las compañías que llevan a cabo predicciones a corto plazo, no consideren las proyecciones de los ciclos como única herramienta de predicción.

### OTROS INDICADORES QUE NOS AYUDAN A TOMAR DECISIONES A CORTO PLAZO.

Los indicadores más ampliamente usados son series estadísticas publicadas por el Gobierno Federal. Entre éstas se encuentran series basadas en el concepto de ingreso nacional, tales como las series relacionadas con la producción neta, el ingreso nacional y el ingreso personal disponible. La producción está cubierta por series tales como el índice de producción, las series sobre mercados agrícolas, y varias series sobre inventarios, pedidos y embarques. Los movimientos de precios pueden ser observados a través del índice de precios totales y del índice de precios de bienes de consumo. La información sobre ventas de mayoreo y menudeo es otro de los auxiliares que junto con publicaciones de tipo privado ayudan a entrever la marcha futura de la empresa.

### INDICADORES ESTADISTICOS DE RECUPERACION Y RECESION.

Muchos estudios han demostrado que todas las áreas de la economía no se expanden simultáneamente durante disminu-

ciones en los ciclos de los negocios, tampoco se contraen con currentemente durante períodos de recesión. En realidad producen expansiones y contracciones cíclicas generales que comparadas con series de tiempo económicas individuales, los períodos de series se conforman sólo de vez en cuando, y en algunas series nunca. Existen excepciones a este enunciado, ya que -- existen series de tiempo cuyo comportamiento y períodos en el pasado han sido considerablemente sistemáticos en relación -- con ciclos de negocios sucesivos en la actividad económica -- agregada, por lo tanto pueden tener valor como indicadores di rectos de recuperación y recesiones cíclicas.

#### INDICADORES DIRECTOS DE RECUPERACION Y RECESION CICLICA.

La lista consta de tres grupos. El primero consiste en series cuyos puntos de cambio típicamente han precedido a los cambios cíclicos en la actividad económica agregada. El segundo grupo contiene series cuyos cambios aproximadamente han coincidido con aquellos de la actividad económica agregada y el tercer grupo contiene series cuyo cambio han tendido a seguir a aquellos de los ciclos de los negocios compuestos.

#### LISTA ORIGINAL DE INDICADORES ESTADISTICOS DE RECUPERACIONES Y RECESIONES CICLICAS.

##### Grupo Precedente.

Fallas en los negocios.

Indice de precios de acciones comunes industriales.

Valor de nuevo pedido, en las industrias de bienes perdurables.

Contratos de construcción residencial, espacio de piso.

Contratos de construcción comercial e industrial, espacio de piso.

Horas promedio trabajados por semana en fabricación.

Número de nuevas incorporaciones.

Indice de precios totales, 28 comodidades básicas.

#### Grupo Medianamente Coincidente

Empleo en establecimientos no agrícolas.

Desempleo.

Utilidades Trimestrales de las Corporaciones.

Débitos bancarios fuera de la ciudad de Nueva York.

Cargas en cargo completo.

Indice de producción industrial.

Producción nacional bruta, trimestral.

Indice de precios de ventas totales, excluyendo productos de granja y alimentos.

#### Grupo Retrasado

Ingresos personales.

Ventas de tiendas detallistas.

Deudas de pago a plazo de consumidores.

Proporciones de préstamos bancarios para negocios, trimestrales.

Inventario y precios actuales de manufactureros.

## MÉTODOS GRÁFICOS SIMPLES PARA PREDECIR A CORTO PLAZO.

Con este método, una o más de las series se estudian para determinar si existe una relación estadística y económica entre estas series y la actividad para la cual se desea preparar la predicción.

Una de las desventajas de este método es que si falla la predicción de la serie indicadora, fallarán los pronósticos establecidos en base a estas predicciones con relaciones precedentes y pasadas.

Esta relación la podemos fácilmente mostrar en una gráfica GRAF. 8 en la cual los movimientos de la serie indicadora preceden, con respecto al tiempo, a los movimientos correspondientes de la otra serie. Un ejemplo claro lo podemos observar en la relación que existen entre la venta de automóviles y el consumo anual de acumuladores.

## PREDICCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE UNA COMPAÑÍA COMO PORCENTAJE DE LA ACTIVIDAD AGREGADA.

Esta técnica estudia la relación entre dos series expresando una serie como porcentaje de la otra. Por ejemplo, las ventas de una compañía pueden expresarse como porcentaje de cierto agregado económico como la producción nacional bruta.

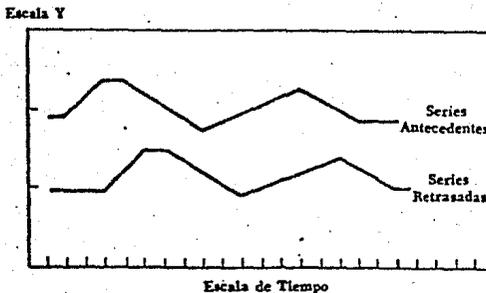
Hay que hacer notar que la relación estadística entre el indicador y la serie que debe predecir deberá ser razonablemente cercana si se desea que la serie indicadora tenga algún valor como guía en la predicción. En general las relaciones estadísticas más cercanas entre los datos de la compañía y los datos de la actividad económica agregada se encuentran en las industrias maduras, bien establecidas. En organizaciones que están creciendo rápidamente, pueden encontrarse poca relación estadística entre una actividad dada y una actividad económica agregada.

La forma de predecir por medio de indicadores es, generalmente, mejor que las proyecciones obtenidas de la proyección independiente de los datos de la compañía. Pero para hacer uso de estas técnicas que son relativamente precisas, debe de tomarse en cuenta la oportunidad con que hagamos las predicciones. Si una serie de este tipo se encuentra dos o tres meses atrasada, no será de mucha utilidad.

#### LIMITACIONES DE LOS INDICADORES CICLICOS.

Como observamos anteriormente los indicadores cíclicos se usan de la siguiente forma: Las series precedentes se estudian para ayudar a anticipar puntos de cambio cíclico. Las series coincidentes y retardadas se estudian para ayudar a reconocer un cambio cíclico una vez que a ocurrido. Uno de los problemas principales en el estudio de los cambios cíclicos es que pueden pasar varios meses antes de que se identifi que finalmente un aumento o disminución cíclico genuino. Por lo tanto un uso efectivo en el enfoque de indicadores cíclicos requiere valuaciones continuas de la serie de tres grupos de tiempo. Concluimos, para finalizar, que los indicadores cíclicos como herramienta de predicción, no pueden usarse mecánicamente para predecir, debido a la precisión que la información requiere, comparada con las predicciones a largo plazo.

GRAFICA NUM. 8



## CAPITULO IV

### PRUEBAS DE HIPOTESIS

**INTRODUCCION:** - Una hipótesis estadística, es una suposición o una conjetura concerniente a la población. Antes de aceptar o rechazar una hipótesis todo investigador deberá probar la validez de la misma, puesto que puede o no ser verdadera. Un modo práctico de hacerlo, es probar la hipótesis usando - una muestra de acuerdo con la teoría de probabilidad. La --- aceptación o rechazo conducirá al investigador a tomar una - decisión.

Con frecuencia se deben tomar decisiones con base en la información estadística de los más diversos cambios de actividad. Por ejemplo:

-Decidir si las piezas que produce una máquina están o no dentro de las especificaciones requeridas.

-Considerar si los resultados de una encuesta son con--gruentes o no.

-Decidir si dos muestras provienen o no de la misma po--blación.

-Determinar si la diferencia entre dos estadísticas (me--dias, proporciones, etcétera) pueden ser debido al azar o --constituye realmente una diferencia.

Estos son solo unos cuantos ejemplos respecto a la res--ponsabilidad que recae sobre quienes emplean la estadística-- en la investigación a partir de muestras.

La estimación estadística frecuentemente se utiliza --- cuando se desea obtener una indicación general (a partir de--muestras) sobre la magnitud de la característica del univer--so bajo estudio.

ANTECEDENTES: - Las pruebas de hipótesis y en general la inferencia estadística tiene sus bases en la teoría de probabilidades y en la teoría de conjuntos.

El concepto de conjuntos y los procedimientos de conteo para encontrar el número de arreglos posibles de los objetos en un conjunto o conjuntos, son básicos para el cálculo de probabilidad. La palabra "conjunto" es usada para denotar cualquier colección de objetos, cosas o valores que son de la misma clase y son usadas conjuntamente.

La probabilidad trata con los problemas de azar o aleatorios. La idea de probabilidad fue aplicada primero en juegos de azar. Hoy la aplicación de la teoría de probabilidades es uno de los tópicos más importantes de matemáticas y estadística. La probabilidad de éxito o fracaso es usualmente expresada en forma de razón:

$$P(\text{éxito}) = \frac{\text{número de éxitos}}{\text{número de resultados posibles}}$$

$$P(\text{fracaso}) = \frac{\text{Número de fracasos}}{\text{Número de resultados posibles.}}$$

$$(\text{Número de éxitos}) + (\text{Número de no éxitos}) =$$

o fracasos)

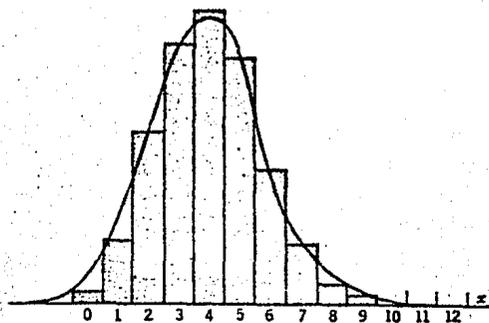
$$= \text{Número de resultados posibles}$$

Otro de los aspectos básicos que hay que tener presente en cualquier inferencia estadística que hagamos, es la distribución probabilística que sigue la población bajo estudio. La distribución probabilística la podemos definir como la forma en que está distribuido un conjunto de valores de acuerdo a la teoría de probabilidad. Tres tipos básicos de distribución de probabilidades son: 1) La distribución binomial, 2) La distribución de Poisson, y 3) La distribución normal. (Ver gráficas)

La distribución normal, puede graficarse como una curva simétrica en forma de campana. La forma de la curva normal indica que las frecuencias en una distribución normal están concentradas en la porción central de la distribución y los valores hacia arriba y hacia abajo de la media están igualmente distribuidos.

Un conocimiento de la relación entre una población y una muestra extraída de la población es importante porque ayuda a entender el proceso de inferencia estadística.

Los métodos para seleccionar una muestra representativa son numerosos. Entre ellos, el muestreo aleatorio es un tipo básico y es usado para ilustrar la relación básica entre un parámetro y su correspondiente estadístico en una distribución de muestreo. Un parámetro es una medida usada para describir algunas características de una población (media aritmética, mediana, etc.) Un estadístico es una medida usada para describir algunas características de una muestra (media aritmética, mediana, etc.)



Distribución binomial para  $p = \frac{1}{3}$  y  $n = 12$ , con curva normal superpuesta

## PROCEDIMIENTO FUNDAMENTAL PARA PRUEBAS DE HIPOTESIS.

El procedimiento fundamental para los diferentes métodos de pruebas de hipótesis es descrito enseguida:

1.- Establecer la hipótesis nula en la forma siguiente: No hay diferencia entre los dos valores dados, o la diferencia es cero. En otras palabras, se hace el supuesto que la diferencia entre los dos valores dados es solamente debida a fluctuaciones en el muestreo. Por ejemplo: Sabemos que el diámetro medio de ciertos tornillos es de .5 cm. De una muestra obtenida de esa población se sabe que el diámetro medio ha cambiado. ¿Es este cambio debido a fluctuaciones en el muestreo o debemos concluir que el proceso ha cambiado?

Hipótesis nula.  $H_0 = .5$

Hipótesis alternativa.  $H_1 = .5$

Las reglas para decisiones estadísticas pueden ser usadas solamente si la información sobre la cual se basa la decisión proviene de una muestra de probabilidades.

Debido a esta limitación en nuestra información, podemos cometer dos tipos de error:

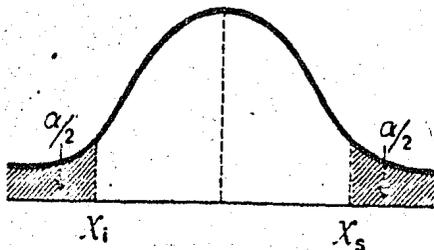
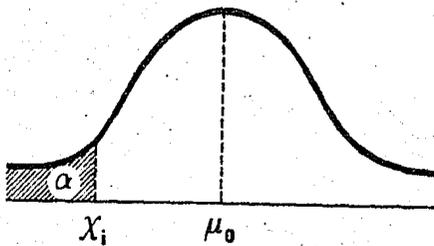
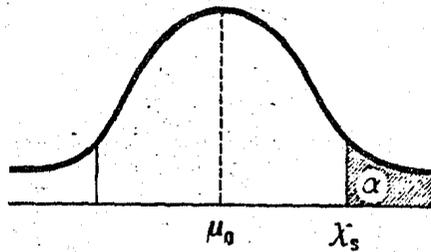
Error tipo I. Rechazar una hipótesis cuando realmente es verdadera

Error tipo II. Aceptar una hipótesis cuando realmente no es verdadera.

Las pruebas de hipótesis están basadas en niveles de significación.

El nivel de significación es la máxima probabilidad de cometer un error de tipo I, especifica en una prueba de hipótesis. El nivel de significación es usualmente especificado antes de que la prueba sea hecha. De otra manera el resultado objetido puede influir en la decisión concerniente a la hipótesis. En la práctica, el valor de 5% ( $\alpha = 0.05$ ) o 1% -

( $\alpha = 0.01$ ) son frecuentemente usados para establecer el nivel de significación. El nivel de significación puede ser representado por una porción del área bajo la curva normal. Si aceptamos un  $\alpha = .05$ , estamos aceptando que nuestros resultados son confiables en un 95%. Es decir, que de cada (cien) - 100 experimentos, existe la posibilidad de fallar en 5 (cinco). Ver Gráfica siguiente en la que se muestran las regiones de rechazo.



GRAFICA NUM. 2.

Nos interesa en la primera figura, que no se rebase el límite superior, en la segunda el límite inferior y en la tercera se espera que el proceso se mantenga dentro de los dos límites. Un cambio en la media del proceso trae como resultado que se sobrepasen los niveles de significación y esto nos induce a pensar que el proceso ha cambiado.

2. El siguiente paso es expresar la diferencia en unidades del error estandard del estadístico, como sigue:

a). Cuando la verdadera desviación estándar de la población es conocida, el error estandard del estadístico es conocido, por lo tanto, la diferencia es expresada en el valor de la desviación normal estándar  $z$ , tal como

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Con la fórmula anterior podemos encontrar la región crítica de prueba que nos induce a aceptar o rechazar la hipótesis.

#### EJEMPLO DEL USO DE PRUEBAS DE HIPOTESIS.

Los arqueólogos de cierto país han intentado clasificar los cráneos que se encuentran en las excavaciones en uno de los grupos raciales utilizando el criterio de la longitud de los cráneos principalmente. Ellos han encontrado que la longitud media de los cráneos de la raza A es de 19 cm. Los de la raza B de 19.6 cm. La desviación típica de longitud de los cráneos de ambos grupos es de .8 cm.

#### PROBLEMA.

Se encuentran doce cráneos con una longitud promedio de 19.4 cm. El problema es probar la hipótesis de que los cráneos pertenecen a la raza A y no a la raza B.

## PLANTEAMIENTO

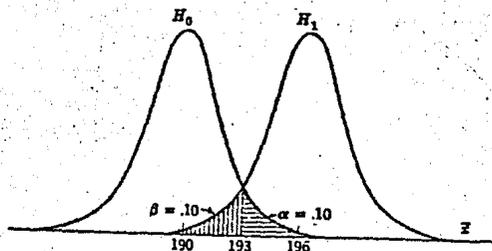
La hipótesis nula es:  $H_0 : u = 19.0$

La hipótesis alternativa:  $H_1 : u = 19.6$

En nuestra decisión podemos cometer dos tipos de errores: El error de tipo I consiste en aceptar que los cráneos pertenecen a la raza B, cuando realmente pertenecen a la raza A. (En este caso se acepta  $H_1$ ). El error de tipo II consiste en aceptar que los cráneos pertenecen a la raza A cuando realmente pertenecen a la raza B. (En este caso se acepta  $H_0$ ).

Por sentido común, la gente aceptaría  $H_1$  ya que la media de los cráneos se acerca más a 19.6 que a 19.0. Sin embargo, los arqueólogos se inclinan a creer que los cráneos pertenecen a la raza A por evidencias encontradas junto con los cráneos.

Las gráficas para las dos curvas normales para  $\bar{x}$  correspondientes a  $H_0$  y  $H_1$ , se muestran en la



GRAFICA NUM. 3

Si se usa el punto medio, 19.3, como frontera de las -- decisiones, entonces la probabilidad de efectuar un error -- del tipo I; esto es, la probabilidad de aceptar  $H_1$  cuando  $H_0$  es cierta, es la probabilidad de que  $\bar{X} > 19.3$  cuando  $H_0$  es cierta. Esta probabilidad es igual al área sembrada bajo la curva  $H_0$  a la derecha de  $\bar{x} = 19.3$ . Su valor denotado por  $\alpha$ , es arbitrario. En este caso  $\alpha = 0.10$  y  $\beta = 0.10$

Si un arqueólogo tiene confianza, gracias a otras fuentes de información, de que la hipótesis  $H_0$  es cierta deseará hacer la probabilidad de rechazar  $H_0$  cuando sea cierta, considerablemente más pequeña que la de rechazar  $H_1$ , cuando sea realmente cierta. Para lograr esto reduce  $\alpha$  y como consecuencia aumenta  $\beta$ . Generalmente,  $\alpha$  tiene un valor de 0.05. En este ejemplo el valor de  $\alpha$  le da la confianza al investigador de rechazar solo un experimento de veinte cuando  $H_0$  sea cierta. Es decir, 95% de confianza de los resultados de la investigación. En las tablas de probabilidad de la curva -- normal encontramos que el valor de probabilidad de  $\alpha = z = -1.64$

La desviación típica de la muestra se calcula de la siguiente manera:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{8}{\sqrt{12}} = 2.3$$

Donde 8 es la desviación típica de los cráneos y 12 es el número de cráneos encontrados. Con este valor ya podemos calcular la siguiente fórmula:

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma_{\bar{x}}}$$

substituyendo se tiene:

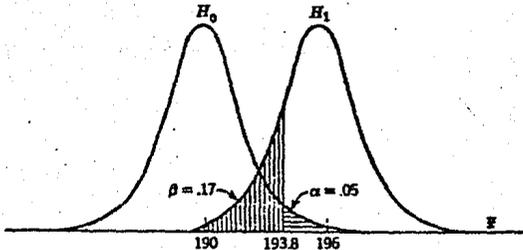
$$1.64 = \frac{\bar{x} - 190}{2.31}$$

Por lo tanto se tiene:

$$\bar{x}_0 = 190 + 1.64(2.31) = 19.38$$

Así pues, se sigue que  $H_1$  debe aceptarse aquí debido a que el valor de nuestra  $x = 19.4$  se encuentra a la derecha de  $\bar{X}_0 = 19.38$  (ver gráfica número

Podemos inferir para probar hipótesis de universos y muestras que siguen una distribución normal, se calcula  $\bar{X}_0$  (región crítica de prueba o la frontera de las decisiones). Si los valores sobrepasan este valor se rechaza la hipótesis.



GRAFICA NUM. 4

#### USO Y APLICACION DE LAS PRUEBAS DE HIPOTESIS.

Las pruebas de hipótesis son pruebas estadísticas para tomar decisiones. Nos indican que curso de acción, entre una serie de alternativas, deberá tomarse sobre la base del criterio especificado por la dirección y la información disponible suministrada con propósito de tomar la decisión. Su aplicación la podemos encontrar en todas las áreas en que se necesite tomar decisiones basadas en la teoría de las probabilidades. Es decir, cuando de una muestra hagamos inferencias de la población que se obtuvo la muestra.

Las pruebas de hipótesis son ampliamente usadas en el control estadístico de calidad, que por la importancia que revisten las estudiaremos en un capítulo separado.

## C A P I T U L O V

### CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

El control estadístico de calidad se desarrolló grandemente durante la II Guerra Mundial como respuesta a la necesidad de ahorrar mano de obra y tiempo para inspeccionar --- la calidad del enorme suministro de guerra.

La calidad en la producción se controla, principalmente a través de gráficas de control, que usadas conjuntamente -- con un muestreo periódico del proceso, ofrecen un procedi--- miento para tomar decisiones, mediante el cual podemos decidi--- dir si se permite que un proceso siga como está o buscar cau--- sas asignables.

La calidad en la aceptación de materiales, se controla a base de muestras que deberá llenar ciertos estándares de - calidad fijados con anterioridad.

#### IMPORTANCIA

Para resaltar la importancia que tiene el control estadístico de calidad, mencionaré algunos ejemplos de firmas -- que han aplicado ventajosamente dichas técnicas:

a) La Brook Candy Company aplicó la técnica de gráficas estadísticas de control en la fabricación de barras de cacahuete cubiertas de chocolate. La sola reducción en peso y - espesor de la cubierta de chocolate según se estima, había - ahorrado a la compañía al menos 10 000 dls. anuales. La proporción de rechazos y desperdicios de barras de cacahuete se redujo desde 5% a ligeramente de 2%.

b) La Federal Products Corporation implementó el método de gráficas de control a la operación de comprobar el diámetro de una chumacera cilíndrica localizada dentro de una pieza de bronce. Esta aplicación de gráficas de control en cada máquina, llevó a varios resultados notables: 1) La calidad - del trabajo mejoró. En el pasado, aproximadamente el 14% de la producción total debía ser descartada o remaquinada. Poco

tiempo después de la introducción del programa estadístico de control, esta proporción declinó a 1.6% (2) Con la mejora en la calidad del producto fue posible reducir la inspección final. En esta forma, el 90% del tiempo anterior de inspección y de los costos fueron eliminados. (3) El número de unidades producidas por hora aumentó. (4) Los trabajadores adquirieron un interés renovado en la calidad de su producción.

c) La Bell System usó técnicas de muestreo estadístico de aceptación para controlar la exactitud al marcar los precios en las llamadas telefónicas de larga distancia. Los resultados han sido muy satisfactorios. Las técnicas estadísticas proporcionan control sobre la precisión del trabajo de oficina, indicando cuando debe tomarse acción correctiva. Además, la Bell System desarrolló un procedimiento de muestreo mediante el cual el trabajo de las personas cuyas proporciones de errores son relativamente altas, se muestrean más frecuentemente. Este procedimiento lleva a detectar muchos de los errores cometidos en realidad, aún cuando el muestreo principalmente es una técnica de control y no un dispositivo para encontrar errores. Con estas técnicas se localizaron el 56% de todos los errores cometidos durante este tiempo, muestreando el 12% del trabajo.

Las técnicas de control estadístico de calidad pueden ser clasificadas en dos grupos: 1) Gráficas de control y 2) Planes de muestreo de aceptación.

#### GRAFICAS DE CONTROL.

INTRODUCCION.- La calidad de los productos manufacturados puede ser expresada de dos maneras diferentes: mediante variables y mediante atributos. Cuando la calidad es expresada mediante una medida real, se dice que está expresada mediante una variable, tal como dimensión en cm. o el peso engr. Cuando la calidad es expresada en términos de: aceptado o rechazado, bueno o malo, defectuoso o no, la calidad se dice que está expresada mediante un atributo. Frecuentemente, sin embargo, la calidad puede ser expresada de cualquiera de las dos maneras.

La variación en la calidad de un producto es inevitable y debe ser reconocida por la dirección antes de establecer especificaciones. Especificación es el valor de la calidad requerida de los productos manufacturados por el proceso.

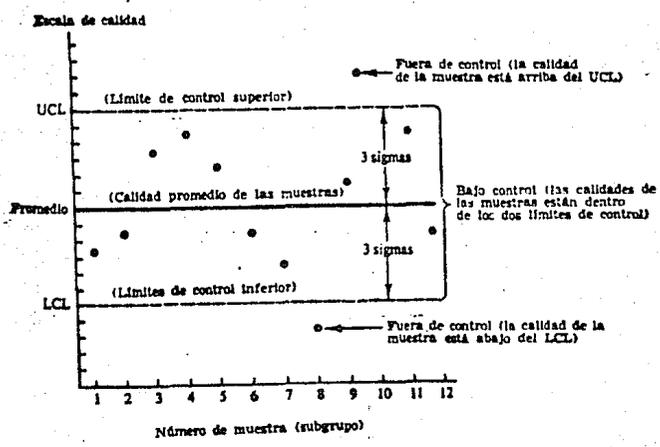
Dentro de las especificaciones, el valor de calidad requerida puede variar, siempre y cuando se mantenga dentro de los límites máximos y números especificados por la dirección.

GRAFICA DE CONTROL. USO.

La gráfica de control es la mejor forma de controlar la calidad de los productos. Funciona de la siguiente manera: Se toman muestras periódicas del proceso y se traza un punto que representa el valor promedio para cada muestra en la gráfica de control. Si un punto sale fuera de los límites de control, se concluye que el promedio del proceso ha cambiado. Por consiguiente, se debe de hacer una investigación para conocer la causa de la variación.

GRAFICA NUM. 1

Principales partes de una grafica de control



## INFORMACION PROPORCIONADA POR LA GRAFICA DE CONTROL.

Una característica clave de la gráfica de control es que proporciona el tiempo aproximado en que un proceso sale fuera de control. Este conocimiento a menudo proporciona una clave valiosa para la causa asignable. Por ejemplo, un proceso puede haber salido fuera de control en aproximadamente el mismo tiempo que la materia prima de un proveedor se colocó en el proceso. Si la investigación descubre que en efecto esta fue la razón para el cambio del proceso, la Dirección deberá tomar acción para prevenir recibir tal materia prima en el futuro.

El muestreo periódico de un proceso, también asegura a la Dirección que el proceso no operará mucho tiempo después de haberse salido de control sin que esta condición sea detectada.

Las gráficas de control también han sido utilizadas con éxito en el trabajo de oficina (que presenta un tipo de producción repetitivo), en la prevención de accidentes, rendimiento de ventas y otras menos importantes.

La gráfica de control proporciona otras claves valiosas además de indicar cuando sale fuera de control un proceso. A través de graficar los resultados de una muestra por un determinado período de tiempo, uno puede estudiar las tendencias de otros cambios, en calidad de rendimiento.

La teoría estadística, sin embargo, debería usarse para decidir cuando la tendencia hacia arriba en los promedios de la muestra se debe a una tendencia verdadera en la media del proceso, o cuando la media del proceso no ha cambiado y la tendencia aparente es simplemente resultado del azar.

## PUESTA EN MARCHA DE UNA GRAFICA DE CONTROL

Debemos primero obtener información acerca del promedio y la desviación estándar del proceso a controlar. Con esta información podemos saber si el proceso está o no bajo control. Es decir, cuando las muestras marcadas sobre la gráfica están dentro de los dos límites de control, el proceso-

manufacturado se considera bajo control. Por otra parte, -- si cualquier muestra está fuera de los límites de control, -- el proceso se considera como fuera de control.

Para poner en marcha una gráfica de control, el proceso debe de estar bajo control.

#### GRAFICA DE LA MEDIA DE UNA MUESTRA ( $\bar{X}$ ) ( PARA VARIABLES ).

Los siguientes valores deben ser calculados primero antes de construir una gráfica de  $\bar{X}$ :

1. La media de cada muestra  $\bar{X}$        $\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$

2. La media de las medias muestrales,  $\bar{\bar{X}}$        $\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{\text{número de -- muestras.}}$

3. Límite de control superior (UCL $\bar{X}$ ) y límite de control inferior (LCL $\bar{X}$ )

$$UCL\bar{X} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} \quad y$$

$$LCL\bar{X} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}}$$

donde

$$3 \sigma_{\bar{X}} = 3 \frac{\sigma}{n} \quad y$$

$\sigma$  = a la desviación estandar del proceso (población).

Existen otros métodos para el cálculo de gráficas que -- utilizan diferentes parámetros de la población. En todos -- ellos, sin embargo, los límites de control son establecidos -- bajo la teoría de probabilidades, su uso, por lo tanto, puede conducirnos a cometer el error tipo I o el error tipo II, ya mencionados anteriormente.

## LIMITACIONES Y COMENTARIOS.

Si las máquinas y los operadores no son capaces de llenar ciertos estándares, los requerimientos deseados de calidad no pueden satisfacerse. Con objeto de descubrir la capacidad de máquinas y operadores, deben eliminarse primero las causas asignables presentes.

La calidad del producto depende no solamente del rendimiento promedio del proceso, sino también de la variabilidad del mismo. Una alta variabilidad se traduce en una mayor -- proporción de unidades que no llenan las especificaciones. -- Por tanto, es importante también controlar la variabilidad -- del proceso y esto se efectúa mediante gráficas de control -- similares a las anteriores.

Deberá hacerse notar, sin embargo, que estas mejoras -- en las calidades y reducciones en costos no se deben solamente a la aplicación de métodos estadísticos de control. En -- realidad el muestreo periódico de un trabajo y la investigación sistemática de causas asignables, cuando la teoría estadística indica que el proceso está fuera de control, es lo -- importante.

## MUESTREO DE ACEPTACION

### Introducción.

En numerosas ocasiones, cuando el material adquirido -- llega al almacén de materias primas de la empresa comprada -- ra, se efectúa inspección al 100%, es decir, se controlan -- una por una todas sus cualidades y en todas las piezas compe -- tentes.

En muchas circunstancias, esta política no solamente es conveniente, sino imprescindible. Pero hay muchas situaciones en las que esta norma no solo es más costosa, tanto en -- tiempo como en dinero, sino que nos lleva a la aceptación de un material en unas condiciones que nos imposibilitan su manufacturación y, llegado el caso, su venta.

Por norma general, la inspección total al 100% es conveniente cuando los materiales recibidos sean de un alto precio unitario de costo y de escaso número de piezas.

#### UTILIDAD E IMPORTANCIA DE LA INSPECCION PARCIAL MEDIANTE --- CONTROL ESTADISTICO.

Las utilidades del control estadístico las podemos resumir en las siguientes:

- a) Mayor economía de medios que se precisan al inspeccionar todas las unidades.
- b) Empleo de menos personal especializado
- c) Y al ser menor las unidades controladas, se puede exigir al personal mayor atención a su cometido y mejor conocimiento del producto.

#### DEFINICION

El muestro de aceptación es el proceso de muestreo de inspección usado por un comprador para decidir si deberá aceptar o rechazar un embarque de productos sobre las bases de standards predeterminados

Los métodos estadísticos usados para decidir si se acepta o se rechaza la hipótesis, son llamados pruebas de hipótesis y pruebas de significación. Se componen, en síntesis, de un límite superior (inferior, o ambos) y de un número de piezas a muestrear en el lote, cuyo resultado de la muestra, si sobrepasa el límite, nos induce a rechazar el lote. Por ejemplo, un comerciante establece que de cada muestra de 100 elementos que el reciba, debe de haber un número igual o menor de 4% de piezas defectuosas. Si las piezas defectuosas sobrepasan ese límite, se rechaza el lote.

La probabilidad de aceptar un lote de cualquier nivel de calidad sometido a inspección, puede ser obtenido de la curva de eficacia. ( O. C. )

**CURVA DE EFICACIA.**

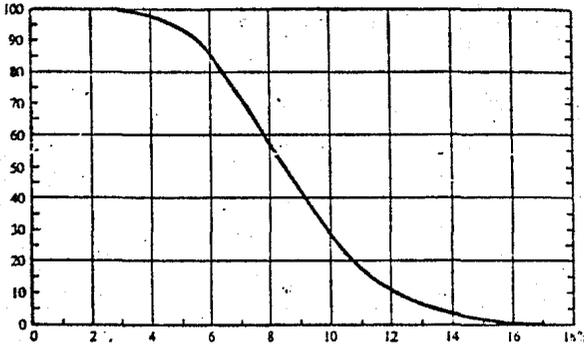
Al ser controlado por Muestreo una prueba estadística, puesto que se decide "aceptar o rehusar", posee una curva de eficacia. Esta Curva de Eficacia es una curva que da en ordenadas la posibilidad  $P$  de aceptar un lote en función real del parámetro que nos interesa ( $P$  o porcentaje de piezas defectuosas) para la recepción.

La Curva de Eficacia, viene definida por los riesgos -- que como máximo está dispuesto a aceptar proveedor y cliente, los cuales nos permitirán determinar un sistema de control de recepción. Existen diferentes tipos posibles de control, La diferencia principal entre ellos, consiste en el costo -- del control, ya que su eficacia es casi la misma. Ver Gráfica siguiente.

## GRAFICA NUM. 2

Curva característica operativa para el plan de muestreo simple dado en la tabla  
(curvas para muestreo doble y múltiple son muy parecidas a la curva  
de muestreo simple)

Porcentaje de lotes que se  
espera sean aceptados  
(probabilidad de aceptación\*)



Calidad de lotes sometidos (p = porcentaje de defectuosos)

\* Los valores de probabilidad se basan en la distribución --  
de Poisson como una aproximación al binomio.

La posibilidad de aceptar un lote de cualquier nivel --  
de calidad sometido a inspección, puede ser obtenida de la --  
curva característica operativa que se muestra en la gráfica.  
La escala horizontal de la gráfica indica el verdadero por--  
centaje de defectuosos del lote sometido a inspección. La --  
escala vertical da la probabilidad de que el lote sea accepta  
do. Por ejemplo, si el lote sometido para inspección tiene --  
4% de defectuosos, mismo porcentaje requerido por el nivel --  
de calidad, la probabilidad de que el lote sea aceptado bajo  
el plan de muestreo simple es 99.63%. El número de defectuosos  
para aceptación y rechazo en el plan de muestreo hacen,  
por lo tanto, a un comprador, aceptar la gran mayoría de los  
lotes que el proveedor le entrega, siempre que el valor de --  
porcentaje de defectuosos en estos lotes no sea mayor que el  
designado de 4%. Si el lote tiene 8% de defectuosos, la pro-

babilidad de ser aceptado es solamente 58.31%. Aún más, si el lote sometido a inspección tiene más de 15% de defectuosos, se espera que el lote no sea aceptado, puesto que la posibilidad de aceptación es prácticamente cero, como se lee en la curva OC.

#### MODOS DE EXTRACCION DE LOS DATOS DE LA MUESTRA.

- a) Extracción de una muestra única de piezas. La decisión se toma de acuerdo con el valor obtenido en una única muestra. Por ejemplo, si en una muestra de 125 elementos se encuentra 10 o menos defectuosos, el lote es aceptado; si se encuentran 11 o más, el lote es rechazado.
- b) Extracción de dos muestras sucesivas de piezas. En este tipo de planes tendremos un nivel de tipo  $C_1$ , (9 o más piezas defectuosas) sobrepasando el cual, rechazamos el lote. También tendremos otro nivel  $C_1$ , (5 o menos piezas defectuosas de una muestra de 80) si este es igual o inferior a  $C_1$ , se acepta el lote, pero si el número de piezas defectuosas, (K) es mayor que  $C_1$ , pero igual o menor que  $C_1$ , no podemos tomar ninguna decisión únicamente con esta muestra, de tal modo que, el nuevo valor de piezas defectuosas deducido de las dos muestras, si es igual o menor que el nuevo límite  $C_2$ , se acepta el lote, y en caso contrario se rechaza.
- c) Extracción secuencia (y múltiple). En este tipo de muestreo no fijamos "a priori" el número de piezas a extraer. Cada extracción (pieza o muestra permite determinar la aceptación, el rechazo, o la decisión de que en base a los resultados obtenidos, debemos seguir extrayendo una nueva pieza o muestra.

PLANES DE MUESTREO SELECCIONADOS.  
 INSPECCION PARA LOTES DE TAMAÑO: 1.201 A 3.100 ELEMENTOS.  
 NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE (AQL): 4%.

Tipo de plan de muestreo	Tamaño de muestra	Tamaño acumulativo de muestra	Número acumulado de defectuosos en las muestras	
			Número de aceptación	Número de rechazo
Muestreo simple (una muestra solamente)	125	125	10	11
Muestreo doble				
1ª muestra	80	80	5	9
2ª muestra	80	160	12	12
Muestreo múltiple				
1ª muestra	32	32	0	5
2ª muestra	32	64	3	8
3ª muestra	32	96	6	10
4ª muestra	32	128	8	13
5ª muestra	32	160	11	15
6ª muestra	32	192	14	17
7ª muestra	32	224	18	19

DISTINCION PERSONAL DE PLANES DE ACEPTACION

Para establecer la distribución probabilística que siguen los materiales a recibir

- 1) Para el parámetro promedio se utiliza la Distribución normal.
- 2) Para el parámetro-porcentaje de piezas defectuosas, se emplea o la distribución normal por analogía, - o la distribución binominal siguiendo la distribución de Poisson.
- 3) Se confecciona el Plan de aceptación en el parámetro-desviación típica en base a la distribución de la X.

En los tres casos el plan de aceptación puede establecerlo:

- a) El vendedor

b) El comprador

c) Ambos.

En los dos primeros, es el comprador o el vendedor ---- quien fija todas las condiciones del plan. Esto se debe a -- factores monopolísticos u otras razones. En el tercer caso, -- el vendedor fija el porcentaje máximo de  $\alpha$  de los lotes rechazados que está dispuesto a admitir, produciendo con la ca lidad y condiciones impuestas por el comprador. El compra--- dor fija el porcentaje máximo ( $\beta$ ) de lotes que está dispuesto a admitir, si el vendedor los envía con una calidad (o pará- metro) inferior a una determinada que también fija. Ambos fi jan el número de datos de la muestra y los límites que no -- han de sobrepasar el valor estimado con los datos de la mues tra.

#### COMO FIJA EL VENDEDOR SU PLAN.

El plan puede ser fijado por el vendedor, comprador o -- ambos. Estudiaremos el primer caso. El vendedor fija su plan en base al valor acordado del parámetro sujeto a la acepta- ción, y al error máximo que tolera en caso de rechazar el -- lote cuando la calidad del mismo sea la acordada.

El vendedor parte de los siguientes datos para formular su plan:

-Promedio acordado; cuya notación será  $\mu_0$

-Riesgo máximo a admitir, es decir,  $\alpha$  %

Las incógnitas a obtener, que son las componentes del- plan, son las siguientes:

$n$  = número de datos de la muestra,

$X_g$  = límite superior, rebasado el cual por el valor de - los datos de la muestra, el lote es rechazado.

Si el lote sigue la distribución normal, la fórmula a - manejar, será:

$$\frac{X_s - \mu_0}{\sigma} \sqrt{n} = U_\alpha \text{ donde,}$$

- $X_s$  es el límite
- $\mu_0$  es el valor del promedio acordado
- $\sigma$  es la desviación típica del colectivo.
- $n$  número de datos de la muestra;
- $\alpha$  es el riesgo admitido por el vendedor;
- $U_\alpha$  es el valor teórico correspondiente en la Distribución Normal, al valor tipificado del límite,  $X_s$ .

Aunque haya dos incógnitas ( $X_s$  y  $n$ ) dando un valor a -- una de ellas, obtenemos el valor de la otra. Teóricamente -- con tal de que se satisfaga el  $\alpha\%$  admitido, el valor que con cedamos a  $n$  y  $X_s$  no afecta al vendedor. Pero generalmente -- los gastos del muestreo van por cuenta del vendedor, de mane ra que una muestra pequeña le resulte más económica, además cuando menor sea el número de datos de la muestra, si el lote es de mala calidad, el comprador tiene menor probabilidad de rechazar el mismo. Por lo tanto, la fijación del número de datos de la muestra dependerá del grado de la fuerza mono polística que tenga el vendedor.

## CAPITULO VI

### EL ANALISIS DE REGRESION Y CORRELACION.

#### INTRODUCCION

El análisis de regresión y correlación ha probado ser una herramienta extremadamente útil para la dirección. Este método es una herramienta para estudiar la relación estadística de dos o más variables, en forma que una variable pueda predecirse sobre la base de otra, u otras.

Cuando existen dos o más variables (estatura y peso, -- por ejemplo), relacionadas, es necesario buscar un modo de expresar la forma de las relaciones funcionales. Además, es deseable conocer la consistencia de la relación. Las técnicas utilizadas para lograr estos dos objetivos se conocen -- como métodos de regresión y métodos de correlación. Los métodos de regresión se usan para determinar la "mejor" relación funcional entre las variables, mientras que los métodos de correlación se utilizan para medir el grado de asociación de las distintas variables.

#### IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE REGRESION Y CORRELACION.

La planeación para el futuro es parte integral de la -- administración y necesariamente requiere de predicciones objetivas. El análisis de relación y correlación es un método estadístico que parte de bases objetivas para hacer predicciones.

#### CONCEPTOS BASICOS

El análisis de regresión incluye las técnicas usadas -- en dos operaciones principalmente: a) Derivar una ecuación y una línea recta que represente la ecuación para describir la forma de la relación entre dos variables. b) Estimar una variable (variable dependiente, representada por Y) a partir -- de otra variable (variable independiente, representada por --

X) basadas en la relación descrita por la ecuación de regresión .

#### ANÁLISIS DE CORRELACION.

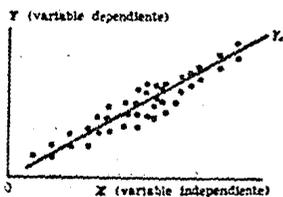
El análisis de correlación se refiere a las técnicas -- usadas para medir el grado de relación entre variables. El cálculo concerniente al grado de relación está basado en la ecuación de regresión. Sin embargo, es posible realizar el análisis de correlación sin realmente tener una ecuación de regresión.

#### DIAGRAMA DE ESPARCIMIENTO O NUBE DE PUNTOS.

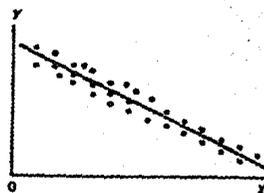
El primer paso para investigar la relación entre las variables es trazar un diagrama de esparcimiento. Cada punto en la gráfica representa un par de valores, uno basado en la escala de las X y el otro basado en la escala de las Y. La utilidad principal del diagrama es mostrar visualmente la forma y el grado de dependencia de la relación.

#### GRAFICA NUM. 1

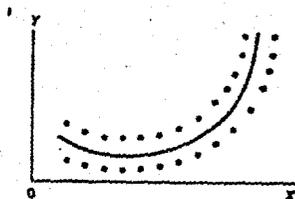
Ejemplos de diagramas de esparcimiento para datos bivariantes  
(un conjunto de las variables X e Y)



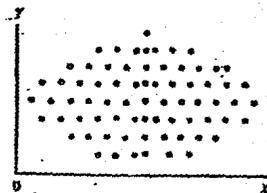
A. Una relación lineal positiva



B. Una relación lineal negativa



C. Una relación curvilínea



D. No relación

Los diagramas A y B en la gráfica (1) indican relaciones en forma recta, el diagrama C sugiere que la relación es curvilínea. Los diagramas A y B muestran alto grado de dependencia, el C muestra que la relación no es muy estrecha. --- Aún más, el diagrama D indica que no hay relación.

Los tipos de diagramas (correlaciones) que se pueden -- presentar, son:

- 1) Primeramente podemos encontrar la relación entre -- dos o más variables como simple y directa o como -- compleja.
- 2) Correlación lineal y no lineal
- 3) Correlación directa e inversa
- 4) Correlación simple, múltiple y parcial.

Para que los conceptos anteriores queden más claros, es -- tudiaríamos un ejemplo que nos ilustre, donde cuando y como -- se aplican los análisis anteriores.

Para nuestro propósito en la presente tesis, trabajare-- mos principalmente con correlaciones de tipo lineal, simple-- y múltiple.

Pasemos ahora a describir en forma general el procedi-- miento para utilizar la correlación en los pronósticos.

Es conveniente, para empezar, preparar una lista de --- diez o veinte factores de mercado, los cuales se consideren-- lógicamente relacionados con las ventas. Después se represen-- tan gráficamente las ventas contra cada uno de esos factores formando así varios diagramas de dispersión. Posteriormente, se calcula el coeficiente de correlación Y, de la manera en-- que se hará en el ejemplo que se presentará a continuación.-- Finalmente, una vez encontrada una buena correlación, se --- ajusta una recta de regresión mediante el método de mínimos-- cuadrados. Esta recta tendrá la forma  $Y_c = a + b X$  en donde--  $Y_c$  representa las ventas calculadas, X es el factor correla-- cionado de mercado y a y b son constantes.

Para ilustrar el procedimiento anterior nos basaremos - en el ejemplo siguiente, relacionando los datos de las ventas de Eastman Kodak con el Ingreso disponible de los Estados Unidos.

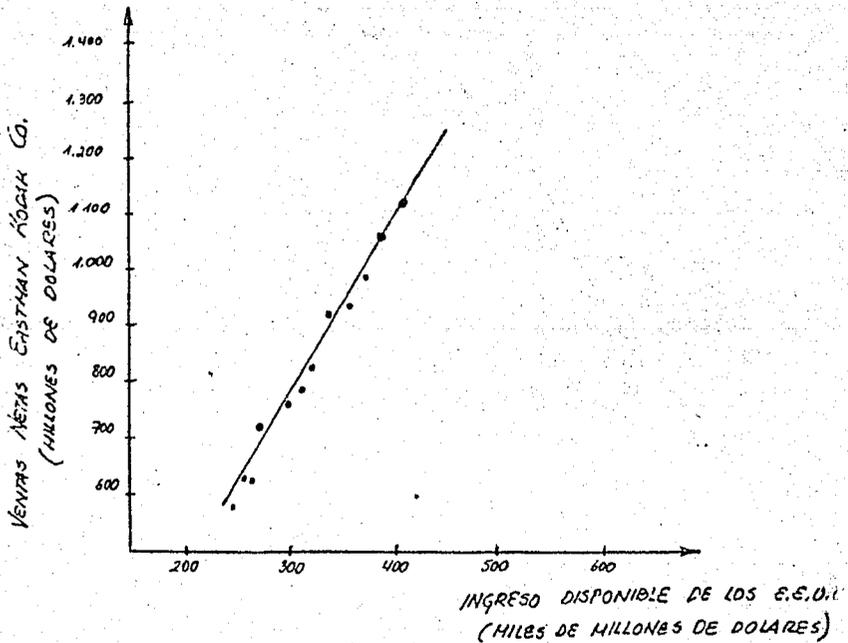
Los datos son:

VENTAS DE EASTMAN KODAK Vs. INGRESO DISPONIBLE DE LOS ESTADOS UNIDOS.

AÑO	INGRESO DISPONIBLE EN EE.UU. (millones de millones)	EASTMAN -- KODAK CO. -- VENTAS NETAS (millones)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1952	238.7	575.0	137.252.50	56.977.69	330.625.00
1953	252.5	633.7	160.009.25	63.756.25	401.575.69
1954	256.9	633.5	162.746.15	65.997.61	401.322.25
1955	274.4	714.4	196.031.36	75.295.36	510.367.36
1956	292.9	761.7	233.101.93	85.790.41	580.186.89
1957	308.8	798.3	246.515.04	95.357.44	637.282.89
1958	317.9	828.8	263.475.52	101.060.41	686.909.44
1959	337.1	914.1	308.143.11	113.636.41	835.578.81
1960	349.4	944.8	330.113.12	122.080.36	892.647.04
1961	363.6	989.2	359.673.12	132.204.96	978.516.64
1962	384.6	1.056.1	406.176.06	147.917.16	1.115.347.21
1963	402.5	1.106.7	445.446.75	162.006.25	1.224.784.89
	3.779.3	9.956.3	3.238.683.91	1.222.080.31	8.595.141.11

Con base en los datos originales para X y Y elaboramos primeramente el siguiente diagrama de dispersión.

GRAFICA III.- DIAGRAMA DE DISPERSION DE LAS VENTAS DE-  
 EASTMAN KODAK vs EL INGRESO DISPONIBLE  
 DE LOS EE. UU. 1952 - 1963.



Partiendo del diagrama anterior, es de esperarse que -- la correlación sea bastante elevada.

La fórmula de correlación es:

$$r = \frac{\sum XY - \frac{1}{n} \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[ \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right] \left[ \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right]}}$$

Calculando los valores respectivos y austituyendo en la fórmula anterior, tenemos:

$$r = \frac{3.238.684 - \frac{1}{12} (3.779.3) (9.956.3)}{1.222.080 - \frac{1}{12} (3.779.3)^2 \quad 8.595.144 - \frac{1}{12} (9956.2)^2}$$

Resolviendo lo anterior obtenemos: 4-- .9987

lo que indica que la correlación es muy alta.

Pasaremos ahora a ajustar nuestra recta de regresión -- por el método de mínimos cuadrados, para la cual necesitamos calcular las constantes a y b.

Dado que para un valor cualquiera de X, los valores calculados de las ventas Yc diferirán generalmente de las ventas reales Y (la diferencia Y - Yc se llama "error"), las -- constantes a y b se calculan de tal manera que la suma de -- todos los errores al cuadrado sea un mínimo, o sea:

$$(\text{Suma de los errores})^2 = \sum (Y - Yc)^2 = \sum Y = (a + bX)^2 = \text{MINIMO}$$

De lo anterior se deduce que para la línea de regresión

$$Yc = a + bX$$

las constantes a y b se determinan a partir de las siguientes fórmulas:

$$a = \frac{(\sum x^2)(\sum y) - (\sum xy)(\sum x)}{m \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{1}{m}(\sum y - b \sum x)$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{m \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Substituyendo los datos de nuestro ejemplo anterior, tenemos:

$$b = \frac{3.238.684 - \frac{1}{12}(37.627.845)}{1.222.080 - \frac{1}{12}(3.779.3)^2} = 3$$

$$a = \frac{1}{12} 9956.3 - (3.238)(3.779.3) = 190.1$$

y nuestra recta de regresión vendrá dada por la ecuación

$$Y_c = 190.1 + 3.238 X$$

La cual nos dice que, teniendo los valores del ingreso disponible de los Estados Unidos, podremos estimar los valores para las ventas netas de Eastman Kodak Co. en los próximos años.

De lo expuesto hasta el momento, podemos sacar algunas conclusiones preliminares básicas.

Puede expresarse que la correlación comprende tres medidas fundamentales, a saber:

1).- La ecuación estimativa.

Esta describe la relación funcional entre las dos-

variables. El objetivo principal de esta ecuación es encontrar los valores de una variable, partiendo de los valores de otra ( $Y_c = a + bX$ )

2).- **Dispersión o error standard de estimación.**

Es la medida de las diferencia obtenida entre los valores reales de la variable dependiente y sus valores calculados. Esta medida da idea, en términos absolutos, de la confianza que merecen las estimaciones. Por estar fuera de nuestras limitaciones no estudiaremos la dispersión.

3).- **Medida del grado de relación, o correlación ( $r$ ), de las variables.**

También de una manera general, alcanzamos otros dos tipos de correlación: correlación múltiple y correlación ni li neal,

#### Correlación múltiple:

Una vez que se ha encontrado que las ventas de la empresa tienen relación con, por ejemplo, dos variables que pueden predecirse con bastante facilidad, nos encontramos con un caso de correlación múltiple. La ecuación ajustada por mínimos cuadrados tendría la forma:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

En la que  $X_1$  y  $X_2$  son las dos variables independientes en cuestión;  $a$ ,  $b_1$  y  $b_2$  son constantes que se determinan resolviendo las siguientes ecuaciones simultáneas:

$$Y + na + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2$$

$$X_1 Y = a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2$$

$$X_2 Y = a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2$$

El coeficiente de correlación en este caso se calcula de la siguiente forma:

$$R_{Y12} = \sqrt{\frac{b_1 \sum x_1 Y + b_2 \sum x_2 Y}{Y^2}}$$

en donde  $R_{Y12}$  es una medida de la correlación entre  $Y$  y las dos variables  $X_1$  y  $X_2$ ;  $x_1 = X_1 - \bar{X}_1$ ,  $x_2 = X_2 - \bar{X}_2$  y  $Y = Y - \bar{Y}$

En caso de que las ventas se relacionen con más de dos variables, "el patrón para establecer las ecuaciones simultáneas es sumar ambos miembros de la ecuación de regresión:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

o sea:  $Y = na + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$

" y luego multiplicar por cada una de las variables, una por una, y la suma de cada una. Por consiguiente,

$$(X_1 \quad Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 )$$

o sea:  $X_1 Y = a X_1 + b_1 X_1^2 + b_2 X_1 X_2 + b_3 X_1 X_3$

"En general:

$$R_{Y123\dots n} = \sqrt{b_1 x_1 Y + b_2 x_2 Y + b_3 x_3 Y + \dots b_n x_n Y}$$

"en la cual las letras minúsculas indican las desviaciones -- con respecto a la media apropiada. En el siguiente ejemplo se muestra este proceso de cálculo.

COEFICIENTE DE CORRELACION MULTIPLE.-

$X_1$	$X_2$	Y
<u>Gastos de Publicidad</u>	<u>Esfuerzo de Ventas</u>	<u>Ventas</u>
2	6	17
4	8	27
7	13	37
10	19	63
<u>11</u>	<u>22</u>	<u>64</u>
34	68	208

" Sea:

$$x_1 = X_1 - \bar{X}_1$$

$$x_2 = X_2 - \bar{X}_2$$

$$y = Y - \bar{Y}$$

en donde:  $\bar{X}_1 = \frac{34}{5} = 6.8$ ;  $\bar{X}_2 = 13.6$ ;  $\bar{Y} = 41.6$

$x_1 x_2$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_1 Y$	$x_2 Y$	$x_1$	$x_2$	$Y$
12	4	36	34	102	-4.8	-7.6	-24.6
32	16	64	108	216	-2.8	-5.6	-14.6
91	49	169	259	481	0.2	-0.6	-4.6
190	100	361	630	1197	3.2	5.4	21.4
<u>242</u>	<u>121</u>	<u>484</u>	<u>704</u>	<u>1408</u>	4.2	8.4	22.4
567	290	1114	1735	3404			

$x_1 Y$	$x_2 Y$	$Y^2$
118.08	186.96	605.16
40.88	81.76	213.16
0.92	2.76	21.16
68.48	115.56	457.96
<u>94.08</u>	<u>188.16</u>	<u>501.76</u>
322.44	575.20	1.799.20

"Ecuaciones de mínimos cuadrados:

$$Y = na + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

$$x_1 Y = a x_1 + b_1 x_1^2 + b_2 x_2 x_1$$

$$x_2 Y = a x_2 + b_1 x_1 x_2 + b_2 x_2^2$$

$$208 = 5a + 34b_1 + 68b_2$$

$$1735 = 34a + 290b_1 + 567b_2$$

$$3404 = 68a + 567b_1 + 1114b_2$$

"La solución de las tres ecuaciones anteriores da:

$$a = 2.176$$

$$b_1 = 2.675$$

$$b_2 = 1.562$$

Coefficiente de correlación múltiple:

$$R_{Y.12} = \frac{b_1 x_1 Y + b_2 x_2 Y}{y^2}$$

$$R_{Y.12} = \frac{2.675 (322.44) - 1.5615 (575.2)}{1.799.20} = 0.978 = .989$$

"Curvas no lineales.-

La relación entre las ventas y alguna otra variable, incluyendo el tiempo, puede no ser lineal.

El exámen de un diagrama de dispersión tal vez indique que existe tal relación. Si los datos se asemejan más a un arco que a una recta, una ecuación de segundo grado puede proporcionar un ajuste mejor. La forma de la ecuación es:

$$Y_c = a + bX + cX^2$$

En la cual a, b, y c para el ajuste por el criterio de los mínimos cuadrados, se encuentran al resolver las tres ecuaciones simultáneas:

$$na + b X + c X^2 = Y$$

$$a X + b X^2 + c X^3 = XY$$

$$a X^2 + b X^3 + c X^4 = X^2Y$$

#### ADVERTENCIA

Nos parece oportuno mencionar aquí una advertencia general: "Algunos artificios para la predicción han sido creados

empíricamente. Se compara un gran número de series con las - que se van a predecir, y se eligen las que coinciden mejor -- con éstas en un sentido estadístico, sin tomar en cuenta si -- hay o no alguna relación lógica de causa y efecto.

"Por ejemplo, si se encontrara que los cambios en el coeficiente de mortalidad por ántrax tienden regularmente a pre--ceder los puntos de cambio en los negocios en Estados Unidos, podría incluirse esta serie en el índice de predicción.

"Puesto que la relación, si la hubo, fue completamente -accidental, no puede tenerse confianza en ese método de pre--dicción. No es prudente predecir basándose en datos estadísti--cos sin obtener también un amplio conocimiento efectivo de -- los cambios y los acontecimientos que tienen lugar en el cam--po de la actividad que se estudia. Un conocimiento de los -- procesos económicos fundamentales es de capital importancia -- y es esencial para el analizador. El estadístico que busca -- una fórmula mágica que le permita predecir automáticamente -- está predestinado al desengaño."

#### ALGUNOS USOS DEL ANALISIS DE REGRESION.

Los usos a los cuales se pueden aplicar las técnicas de regresión son numerosos. Unos cuantos de los mas importan--tes son:

1).- Reducir la longitud de un intervalo de confianza - cuando se está estimando alguna media de la población ( o  $t_0$  --tales de medias ) considerando el efecto de las variables --concomitantes.

2).- Eliminar ciertos efectos del "ambiente" de nuestras estimaciones de efectos de tratamiento; es decir, podemos --desear examinar los valores de Y ajustados.

3).- Predecir Y conociendo los valores de  $X_1 \dots X_k$  --- (nuestras variables auxiliares) ya sea que exista o no una --relación causal.

4).- Para influir el resultado de las variables depen--dientes suponiendo, desde luego, que tenemos una relación --causal.

PARA QUE SIRVE LA CORRELACION APLICADA A LAS VENTAS.

El análisis de correlación aplicada a las ventas se emplea para:

1).- Determinar si existe alguna relación entre las ventas de nuestra empresa con alguna otra variable que pueda predecirse con confianza.

2).- Medir el grado de esta relación.

3).- Determinar que tanto se puede confiar en una esti--mación hecha con base en la relación.

4).- Determinar la relación que exista entre las ventas y la otra variable en función de tiempo, es decir, ¿ se consigue una función mejor si comparamos los valores de las ventas con los valores correspondientes a la variable, pero des plazados estos últimos por un número fijo de meses ?

ALGUNOS CASOS QUE ILUSTRAN LA APLICACION DEL ANALISIS DE RE--GRESION Y CORRELACION.

El Departamento del ejército de los Estados Unidos se --propuso reducir el personal civil en una proporción de un em--pleado civil por cada 88 empleados del ejército. La propor--ción de empleados civiles en el momento en que se estableció la meta era de un empleado civil por 84.9 empleados del ejér--cito. La reducción del personal civil se hacía difícil por--que existían alrededor de 300 establecimientos, cada uno con diferentes problemas y número de empleados. El problema era localizar en una forma lo más eficiente posible, las oficinas en que podrían hacerse mejor las reducciones de empleados.

Como primer paso, se decidió que las instalaciones se --deberían dividirse en grupos homogéneos con respecto al pa--trón de labores desarrolladas por el personal civil. Como re--sultado se obtuvieron seis grupos homogéneos, uno de los cua--les consistía en quince fábricas de municiones. Posteriormen--te se desarrollo un índice de carga de trabajo para cada ofi--cina de personal civil en cada establecimiento. El resultado fue el siguiente:

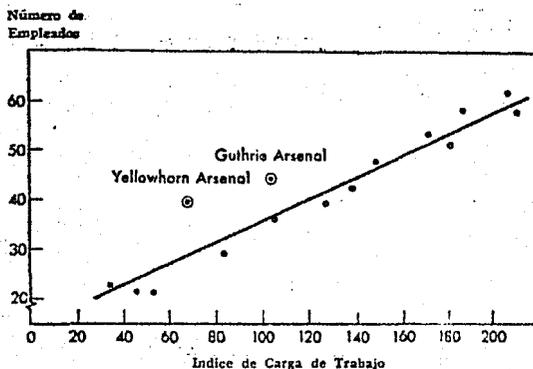
## TABLA

CARGA DE TRABAJO Y NUMERO DE EMPLEADOS EN OFICINAS DE PERSONAL CIVIL DEL DEPARTAMENTO DE LAS FABRICAS DE MUNICIONES DEL EJERCITO. (PROMEDIO DE TRES MESES)

ARSENAL	INDICE DE CARGA DE TRABAJO	NUMERO DE EMPLEADOS
Middletown arsenal	35	22
Ohio arsena	46	21
New Jesey Ordenance Center	210	58
Lexington Armory	149	47
Clifton Heights Arsenal	53	21
Yellowhorn Arsenal	68	39
La Salle Arsenal	105	36
Rappanhonnock Armory	187	58
Smith's Ferry Arsenal	207	62
Manlius Tank Center	84	29
Guthrie Arsenal	104	44
Kearney Arsenal	181	51
Weekquahic Arsenal	127	39
Silver River Armory	139	42
Pine Bliff Arsenal	171	53

Se trazaron los datos en una gráfica de puntos y se calculó una ecuación de regresión de línea de recta por el método de los cuadrados mínimos. Esta línea, cuya ecuación es  $Y_x = 13.92 + 221X$

GRAFICA NUM. 4



Gráfica 4.- Gráfica de puntos y línea de regresión. Departamento de las oficinas del Personal Civil del Ejército en las Fábricas de Munición.

Gracias a la recta se puede observar que dos oficinas (puntos) estaban muy separadas de la línea de regresión. Es decir la proporción de empleados era muy alta. Se hicieron las investigaciones y en una de esas oficinas se pudo reducir el personal sin menoscabo de la calidad del trabajo.

En este ejemplo se puede observar que las técnicas estadísticas solo fueron útiles al final del estudio, cuando ya se había hecho un juicio para analizar el problema y desarrollado datos que fueran significativos.

USO DEL ANALISIS DE CORRELACION PARA OBTENER UN MEJOR CONTROL DE CALIDAD.

Frecuentemente se utilizan las técnicas de correlación para obtener datos indirectamente, cuando no pueden obtenerse directamente. La Nestle Chocolate Company, por ejemplo, utiliza técnicas de correlación para mejorar el control de calidad del producto.

EL USO DEL ANALISIS DE REGRESION EN UN ESTUDIO SOBRE RELACIONES VOLUMEN-COSTO.

El uso del análisis de regresión, para estudiar las relaciones entre volumen y costo de producción frecuentemente es una ayuda afectiva en presupuestación. Tal análisis se aplica especialmente bien a las necesidades de presupuestación flexible, en un procedimiento en el cual se establecen presupuestos alternos dependiendo de los niveles de operación.  
( J N )

EL USO DEL ANALISIS DE REGRESION Y CORRELACION EN LAS PRUEBAS DE PERSONAL EN LA INDUSTRIA.

Esencialmente, las predicciones se hacen a partir de una o más pruebas relacionadas con los rendimientos de trabajo de individuos con respecto a las características probadas. Si se usa una prueba para predecir, puede aplicarse el análisis de regresión o correlación sencillo. Si se emplea más de

una prueba para propósitos de predicción, el análisis de correlación o regresión múltiple mencionado anteriormente ---- puede ser el apropiado.

Es de notar que las pruebas no son la única herramienta para captar buenos elementos, pero su uso inteligente, integrado con otros buenos procedimientos, puede hacer mucho --- para mejorar cualquier programa de selección y asignación.

## CAPITULO VII

### DISEÑO DE INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES

#### INTRODUCCION

Diseñar un experimento, simplemente significa planear un experimento de modo que se reuna la información que sea pertinente al problema bajo investigación, para que así se permita un análisis objetivo que conduzca a deducciones válidas con respecto al problema establecido.

#### JUSTIFICACION DEL PRESENTE CAPITULO

A lo largo del presente seminario de investigación hemos podido observar la importancia que tienen las técnicas estadísticas en la toma de decisiones. A través de estimaciones hemos logrado seleccionar las alternativas apropiadas. Pero es obvio que la estadística va mas allá de meras estimaciones. Una de las funciones que tiene la estadística es proporcionar a la investigación científica métodos adecuados para llegar a nuevos conocimientos.

La investigación científica es de gran importancia dentro del ámbito empresarial. Solo a través de ésta, se pueden salvar muchos de los obstáculos que se presentan día con día y salir del rezago tecnológico en que nos encontramos.

El papel de la estadística en la investigación es, entonces, funcionar como una herramienta en el diseño de investigaciones, en el análisis de datos, y la extracción de conclusiones a partir de ellos. Escasamente podrá preverse un papel mayor y más importante. En utilidad en la investigación, la estadística únicamente va precedida por las matemáticas y el sentido común del cual se deriva.

#### COMENTARIOS

El presente capítulo sólo tiene el propósito de ser introductorio. También es mi propósito hacer notar la importancia que la estadística tiene y las muchas ventajas que de sus

conocimientos se pueden derivar.

104.

#### DEFINICION:

Un diseño experimental es un plan usado en la experimentación. Implica la asignación de tratamientos a las unidades experimentales y un amplio entendimiento de los análisis por verificar, cuando todos los datos son disponibles.

El propósito de cualquier diseño experimental es proporcionar la máxima cantidad de información al mínimo costo. El diseño experimental implica, por lo tanto, metodología estadística así como análisis económico.

#### PRINCIPIOS BASICOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Existen tres principios básicos del diseño experimental: reproducción, aleatorización y control local.

#### REPRODUCCION

Por reproducción se entiende la repetición del experimento básico. Las razones del porqué la reproducción es deseable son: 1) Proporcionar una estimación del error experimental que actúa como "unidad básica de medida" para indicar el significado de las diferencias observadas o para determinar la amplitud de un intervalo de confianza. 2) Es claro establecer también que la reproducción proporciona algunas veces una estimación más aproximada del error experimental. 3) Nos capacita para obtener una estimación más precisa del efecto medio de cualquier factor.

Ejemplo: Se usan dos procesos de manufactura para producir baterías térmicas. De cada uno de los dos lotes producidos se obtienen baterías de muestra, un lote es producido por el proceso A y el otro por el proceso B. Se prueban las baterías y se hace un registro de la vida activa de cada una de ellas.

En este ejemplo no se dispone de una estimación válida del error para probar la diferencia entre procesos. La variación entre las baterías dentro de los lotes proporciona una estimación válida del error para indicar sólo la variabilidad de lote a lote. La reproducción verdadera requeriría que se probaran baterías de cada uno de varios lotes manufacturados por cada proceso.

La aleatorización consiste en tratar de obtener las muestras de estudios azarosamente o sobre una asignación al azar de tratamiento a las unidades experimentales. Es decir, la aleatorización hace válida la prueba, haciéndola apropiada para analizar los datos, evitando todo tipo de tendencias o favoritismos del experimentador.

La aleatorización es importante porque el estadístico desea hacer ciertas deducciones de los datos observados y desea obtener una medida de confiabilidad de esas deducciones.

#### CONTROL LOCAL

Control Local se refiere a la cantidad de balanceo, bloqueo y agrupamiento de las unidades experimentales que se emplean en el diseño estadístico adoptado. La función del control local es hacer el diseño más eficiente. Es decir el control local hace más eficiente cualquier prueba de significancia debido a que reducirá la magnitud de estimación del error experimental.

#### BALANCEO, BLOQUEO Y AGRUPAMIENTO

Por agrupamiento se debe entender la colocación de un conjunto de unidades experimentales homogéneas en grupos, de modo que los diferentes grupos puedan sujetarse a distintos tratamientos.

#### BLOQUEO

Cuando las unidades experimentales presentan ciertas diferencias, es necesario hacer (grupos) bloques que posean características similares. Gracias a los bloqueos el investigador adquiere conocimientos de la naturaleza de las unidades experimentales, así, el estadístico puede diseñar el experimento de tal manera que gran parte de la variación prevista no sea una parte del error experimental. De esta manera proporciona un diseño más eficiente.

#### BALANCEO

Los grupos y bloques son sometidos a pruebas y contra-

pruebas de tal modo que resulte una configuración balanceada.

Un ejemplo de un experimento es el lavado en casa. Se toman en cuenta solo cinco factores:

- m = tipo de máquina lavadora
- a = clase de agente limpiador
- b = cantidad de ropa
- c = temperatura del agua
- d = duración del lavado

En este experimento el investigador usa dos tipos de máquinas, dos clases de agente limpiador, dos cantidades diferentes de ropa, dos temperaturas de agua y dos tiempos de lavados. Es necesario hacer todas las combinaciones posibles para saber cual es el lavado óptimo.

#### PASOS A SEGUIR EN EL DISEÑO DE UN EXPERIMENTO

Todo estadístico tiene una lista propia de los pasos que él sigue cuando diseña un experimento. Sin embargo, una comparación de varias listas revela que todas ellas cubren esencialmente los mismos puntos.

##### A. Obtenga un enunciado claro del problema

1. Identifique la nueva e importante área del problema
2. Delinee el problema específico dentro de sus limitaciones usuales
3. Defina el propósito exacto del programa de prueba
4. Determine la relación del problema particular con la investigación total o programa de desarrollo

##### B. Reúna la información básica disponible

1. Investigue todas las fuentes de información disponibles
2. Tabule los datos pertinentes para el nuevo programa

##### C. Diseñe el programa de prueba

1. Sostenga una conferencia con todas las partes concernientes
  - a. Enuncie las proposiciones por probar

- b. Especifique respecto a la magnitud de las diferencias que usted considere que valen la pena
  - c. Esboce las alternativas posibles de los sucesos
  - d. Escoja los factores por estudiar
  - e. Determine el rango práctico de estos factores y los niveles específicos a que se harán las pruebas.
  - f. Escoja las mediciones finales que van a hacerse
  - g. Considere el efecto de variabilidad de muestreo y de la precisión de los métodos de prueba
  - h. Considere las posibles interrelaciones (o "interacciones") de los factores
  - i. Determine las limitaciones de tiempo, costo, materiales, potencia humana, instrumentación otros factores y de condiciones extrañas, tales como condiciones meteorológicas
  - j. Considere los aspectos de las relaciones humanas del programa
2. Diseñe el programa en forma preliminar
- a. Prepare un programa sistemático y completo
  - b. Proporcione las etapas de ejecución o adaptación del programa de cédula, si es necesario
  - c. Elimine los efectos de las variables que no están en estudio, mediante control, balanceo o aleatorización de las mismas
  - d. Reduzca al mínimo el número de ejecuciones del experimento
  - e. Elija el método de análisis estadístico
  - f. Haga las indicaciones prudentes para una acumulación ordenada de datos
3. Revise el diseño en colaboración con las partes concernientes
- a. Ajuste el programa de acuerdo con los comentarios
  - b. Desglose en términos precisos los pasos a seguir
- D. Plantee y lleve a cabo el trabajo experimental
1. Desarrolle métodos, materiales y equipo
  2. Aplique los métodos y técnicas
  3. Supervise y cheque los detalles; modificando los métodos si es necesario

4. Registre cualquier modificación al diseño del programa
5. Sea cuidadoso en la colección de datos
6. Registre el avance del programa

E. Analice los datos

1. Reduzca los datos registrados a forma numérica, si es necesario
2. Aplique las técnicas adecuadas de la estadística matemática

F. Interprete los resultados

1. Considere todos los datos observados
2. Limite las conclusiones a deducciones estrictas y a partir de la evidencia obtenida
3. Pruebe, mediante experimentos independientes, las controversias que susciten los datos
4. Llegue a conclusiones, tanto respecto al significado técnico de resultados como respecto a su significancia estadística
5. Especifique lo que implican los resultados para su aplicación y para trabajos posteriores
6. Tome en cuenta todas las limitaciones impuestas por los métodos usados
7. Enuncie los resultados en términos de probabilidades verificables

G. Prepare el informe

1. Describa claramente el trabajo dando antecedentes, aclaraciones pertinentes del problema y del significado de los resultados
2. Use métodos gráficos y tabulares para la presentación de los datos en forma eficiente para usos futuros.
3. Suministre información suficiente para que el lector pueda verificar resultados y sacar sus propias conclusiones.
4. Limite las conclusiones a un resumen objetivo, tal que el trabajo evidencie su uso para consideraciones rápidas y acciones decisivas

VENTAJAS DE LOS EXPERIMENTOS DISEÑADOS ESTADÍSTICAMENTE

- 1) Se requiere una estrecha colaboración entre los estadísticos y el investigador o productores científicos con las consiguientes ventajas en el análisis e interpretación de la etapa del programa.
- 2) Se enfatiza respecto a las alternativas previstas y respecto a la planeación sistemática, permitiendo aun la ejecución por etapas y la producción única de datos útiles para el análisis en combinaciones posteriores.
- 3) Debe enfocarse la atención a las interrelaciones y a la estimación y cuantificación de fuentes de variabilidad en los resultados.
- 4) El número de pruebas requerido puede determinarse con certeza y a menudo puede reducirse.
- 5) La comparación de los efectos de los cambios es más precisa debido a la agrupación de resultados.
- 6) La exactitud de las condiciones se conoce con una precisión matemática definida.

#### DESVENTAJA DE LOS EXPERIMENTOS DISEÑADOS ESTADISTICAMENTE

- 1) Tales diseños y sus análisis, usualmente están acompañados de enunciados basados en el lenguaje técnico del estadístico. Sería mucho mejor si el estadístico tradujese tales enunciados en términos significativos a la generalidad de la gente, además, el estadístico no deberá subestimar el valor de presentarnos los resultados en forma gráfica. De hecho, siempre debería considerar a la representación gráfica como un paso preliminar de un procedimiento más analítico.
- 2) Muchos diseños estadísticos, especialmente cuando fueron formulados por primera vez, se han criticado como demasiado caros, complicados y que requieren mucho tiempo. Tales críticas, cuando son válidas, deben aceptarse de buena fe y debe hacerse un intento honesto para mejorar la situación, siempre que no sea en detrimento de la solución del programa.

## CONCLUSIONES

- 1.- Las organizaciones en la actualidad tienen que manejar -- una gran cantidad de datos. Esto origina la necesidad de métodos sistemáticos, como son los métodos estadísticos, - los cuales pueden ser utilizados para: recabar, organi-- zar, presentar, analizar e interpretar la información efectivamente.
- 2.- Por su misma naturaleza, los métodos estadísticos, al - - igual que otros procedimientos matemáticos, no pueden revelar nada que no está implícito en los datos. "En casos sencillos, el juicio del experimentador debería llevarle\_ a las mismas conclusiones en forma completamente ajena a cualquier idea preconcebida por parte del observador". - Sin embargo, a medida que la complejidad de los datos aumenta se hace más difícil llegar a una conclusión viable\_ por el simple juicio del investigador, y es necesario algún tratamiento estadístico de alguna clase si se desea - extraer de los datos inferencias correctas.
- 3.- La estadística no solo es el manejo de técnicas estadísti\_ cas, sino es una forma diferente de pensar. Es llegar al conocimiento a través de un estudio exhaustivo de datos - que permitan tomar una decisión que no esté afectada por\_ la personalidad o creencias, sino basada en métodos lógi- cos exhaustivos.
- 4.- Uno de los capítulos importantes dentro de las técnicas - estadísticas es el referente a los números índices. Los números índice son métodos que se han ideado para medir - las diferencias en magnitud de un grupo de variables rela- cionadas. Su aplicación va desde firmas privadas hasta dependencias públicas. En ambos casos su aplicación es - muy variada e importante. Entre los principales usos que se da a los números índices tenemos los siguientes: a) -- Ayudan a la administración a valuar las operaciones de la compañía y conocer la influencia de factores económicos - externos sobre estas operaciones, b) facilitan en estudio de cambios de precios y cantidades y ayudan a visualizar\_ más fácilmente lo que está sucediendo en una actividad -- económica, c) son de gran importancia en la fijación de - políticas relacionadas con: dividendos, salarios, progra-

mación de capital y localización de fondos, d) gracias a los números índices el contador puede llevar las partidas de depreciación correctamente, e) ayuda en la negociación de salarios, f) y nos permite conocer los cambios verdaderos de las ventas.

- 5.- Las series de tiempo las podemos resumir como el estudio de datos históricos para planear, predecir y controlar -- eventos futuros. Estos estudios nos ayudan a: a) Programar el nivel de producción, b) Conocer la tendencia de la demanda, los productos y el crecimiento de las empresas, c) Establecer políticas de ventas, d) Fijar planes financieros, e) Determinar presupuestos, f) Controlar inventarios, g) Programar compras. h) Estabilizar el nivel de contratación, i) y preparar programas de mantenimiento y reparación.

Las cuatro componentes básicas de las series de tiempo -- son: La tendencia secular, las variaciones estacionales, las fluctuaciones cíclicas y los cambios irregulares. El conocimiento de estas tendencias históricas es de gran importancia para conocer las tendencias actuales y futuras. Pero, existen factores como huelgas, decisiones políticas etc. que pueden afectar a la industria y su crecimiento.

- 6.- La relación que hay entre dos variables es de gran importancia, porque conociendo el valor de una se puede determinar el valor de la otra. El análisis de regresión y -- correlación estudian la relación funcional y el grado de asociación de dos o más variables.

La utilidad del análisis de regresión y correlación es -- que podemos predecir eventos futuros, podemos, en algunos casos, influir el resultado de las variables dependientes, nos ayudan a eliminar ciertos efectos del "ambiente" de -- nuestras estimaciones, y nos ayudan a reducir la longitud del intervalo de confianza cuando se está estimando alguna media de la población. La aplicación principal del -- análisis de regresión y correlación es determinar las ventas futuras. Actividad que determina la marcha de todo -- el proceso.

- 7.- Las personas que están a cargo del buen funcionamiento de una ente económica se encuentran día con día en la situación de decidir entre cursos alternos de acción. El pro--

cedimiento de utilizar reglas estadísticas para tomar decisiones, seleccionando la alternativa apropiada, recibe el nombre de pruebas de hipótesis.

La importancia de tomar decisiones basados en métodos estadísticos, es que nos permite conocer el porcentaje y el riesgo de nuestras decisiones. Su aplicación la podemos encontrar en todas las áreas y departamentos de la empresa, siempre y cuando las decisiones que tomemos estén basadas en muestras de una población determinada.

- 8.- El control de calidad y el muestreo de aceptación son --- pruebas estadísticas basadas en pruebas de hipótesis que han probado ser de gran utilidad para controlar la calidad de los productos, desde que entran como materia prima hasta que salen como productos manufacturados.

Un manejo acertado de estas técnicas estadísticas, permite una mayor economía tanto económica como en esfuerzo humano y producir un artículo de una calidad (probada) -- que permita una mayor competencia en el mercado.

- 9.- Tanto en la investigación como en la toma de decisiones, -- no sabemos, muchas veces, cual va a ser el efecto o el resultado de la decisión que tomemos. Es necesario, para -- hacer un lado la incertidumbre, reproducir el problema de tal forma que podamos conocer los resultados posteriores y así evitar mayor desengaño o por el contrario confirmar nuestra hipótesis. Los diseños experimentales cumplen -- principalmente con esta finalidad, es por esta razón que su conocimiento es de gran importancia para las personas encargadas de tomar decisiones.

- 10.- Como conclusión final podemos decir que las técnicas estadísticas son herramientas muy útiles. No hacer uso de -- cada uno de ellas es probablemente perder la oportunidad de una mejor administración. Sin embargo, es el administrador quien tomará la última decisión y no las técnicas que utilice.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- ALVAREZ SCHOENER J.  
La Estadística Aplicada a la Planeación y Control de Ventas. - Tesis para optar por el título en Lic. en Administración de Empresas.- Universidad Ibero Americana. México, 1972.
  
- 2.- CHAO, LINCOLN, L.  
Estadística para las Ciencias Administrativas. - Mc.Graw Hill, México. 2a. Ed. 1965.
  
- 3.- CROXTEN, FREDERICK E.  
Estadística Elemental Aplicada.- Fondo de Cultura Económica, México 1963.
  
- 4.- ESCUDERO, LAUREANO F.  
La Estadística Aplicada a la Empresa.- Ibero Europea. Madrid, 1968.
  
- 5.- HOLGUIN QUIÑONES F.  
Elementos de Muestreo y Correlación. U.N.A. México, 1971
  
- HOLGUIN QUIÑONES F.  
La Estadística Descriptiva. U.N.A. Facultad de Ciencias, México, 1970.
  
- 6.- JOEL PAUL GERHARD.  
Estadística Elemental Continental.- México, 1968.
  
- 7.- KRAJMALNIK, JAFFE, S.  
Estadística y Dirección.- Tesis para optar por el título de Lic. en Administración de Empresas. U.N.A.M. Facultad de Contaduría y Administración, México, 1967.

- 8.- LAURENT, ANDRE G.  
El Método Estadístico en la Industria.- Calveló Endebea,  
Buenos Aires, 1965.
- 9.- NESTER, JOHN. WILLIAM WASSERMAN.  
Fundamentos de Estadística.- Editorial Continental.-  
México, 7a. Ed. 1970.
- 10.-ASTLE, BERNARD.  
Estadística Aplicada, -Técnica de la Estadística Moderna,  
Cuándo y Dónde Aplicarla.- Limusa-Wilsey, México, 1965.
- 11.-PARILLA, ULLALBA, P.  
La Estadística y el Análisis de Regresión y Correlación  
Aplicada a las Empresas.-Tesis para optar por el título  
de Contador Público, U.N.A.M. Facultad de Contaduría y  
Administración. México, 1971.
- 12.-SHAO, STEPHEN P.  
Estadística para Economistas y Administradores de Empre  
sas.- Herrero Hermanos.- México, 1970.
- 13.-SOUSA ANZALDUA, CARLOS.  
La Estadística Aplicada a la Contabilidad y el Análisis  
e Interpretación - Tesis para optar por el título de --  
Contador Público.- U.N.A.M. Facultad de Contaduría y Ad  
ministración.- México, 1970.
- 14.-VILLEGAS, JARILLO, F.  
Aplicación de la Estadística en la Expansión de una Pe-  
queña Empresa.- Tesis para optar por el título de Lic.  
en Administración de Empresas.- U.N.A.M. Facultad de -  
Contaduría y Administración. México, 1970.