

ESTUDIO EXPLORATORIO DE LA SERIE DE TIEMPO DEL SERVICIO DE CUERPO DE GUARDIA DE 2004 A 2007. HOSPITAL V. I. LENIN

Lic. Ramberto Rogelio Torres Correa

País: Cuba

RESUMEN

Presenta un estudio de la serie de tiempo del servicio de cuerpo de guardia desde 2004 a 2007 del Hospital V. I. Lenin. El objetivo fue explorar las características de esta serie de tiempo como preliminar de la demanda del servicio. El método que se empleó fue el de

cálculo de los componentes del modelo multiplicativo $Y = TECI$ a partir de la tendencia y del promedio móvil.

Como resultado significativo se apreció que la tendencia longitudinal es creciente y la transversal decreciente. Se concluyó que existe influencia del componente irregular sobre el estacional al no apreciarse en el estudio la existencia de manifestaciones cíclicas.

PALABRAS CLAVE: INFORMACIÓN ESTADÍSTICA; SERIES DE TIEMPO; TENDENCIA LONGITUDINAL; TENDENCIA TRANSVERSAL.

INTRODUCCION

El análisis de las series de tiempo dentro del sector de la salud es parte fundamental de las proyecciones a mediano y largo plazo.

Para planificar con eficiencia se hace necesario determinar con rigurosidad la cantidad de cada proceder médico que el hospital puede realizar en el período que se planifica, evitando el sobredimensionamiento [del nivel de actividad]. Para lograr esto debe analizarse la información estadística de que se dispone y los estudios de morbilidad realizados [...].¹

¹ Cuba. Ministerio de Salud Pública, Área de Economía, p. 15.

La estrategia de dirección se dirige a las acciones para adaptar la oferta del servicio que satisfaga las variaciones de la demanda y lograr el éxito al alcanzar el máximo de eficiencia con la utilización de la fuerza laboral [...].²

Por lo tanto el problema de este estudio es determinar cuáles son las características de los componentes de la serie de tiempo del servicio de cuerpo de guardia desde 2004 a 2007 del Hospital V. I. Lenin y el objetivo es explorar la serie de tiempo como un estudio preliminar de la demanda del servicio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una serie de tiempo es una sucesión de observaciones realizadas a intervalos iguales de tiempo. También se conoce con el nombre de serie cronológica. Una serie de tiempo tiene cuatro componentes. Tendencia (T): Crecimiento o declinación que se experimenta a largo plazo. Gráficamente es una recta. Estacional (E): Cambio que se repite regularmente en el tiempo y que se completa dentro del período de un año. Cíclico (C): Movimiento a largo plazo de una serie de tiempo de carácter ondulatorio que se completa en varios años. Irregular (I): Cambios rápidos de muy corta duración.

Existe una amplia clasificación de los métodos de pronósticos.³ Pero de forma general hay dos criterios: el aditivo y el multiplicativo. El primero consiste en la adición de sus componentes: $Y = T + E + C + I$ (1). El segundo, el multiplicativo, utilizado en este trabajo, considera al modelo como la multiplicación de sus componentes: $Y = TECI$ (2). El método empleado para calcular T es el de los mínimos cuadrados expresado como:

$$Y_c = \alpha + \beta_0 X_i \quad (3).$$

Donde:

$$Y_c = T$$

α : Origen o centro de la serie de tiempo y a su vez valor de Y_c para cuando $X = 0$.

β_0 : Pendiente o tasa por unidad de tiempo.

² Economía de la salud/ Jorge Cosme Casulo... [et al.], p. 51.

³ Gallagner, Charles. Pronósticos del futuro, p. 116.

X_i : Tiempo codificado como una variable discreta con valores enteros para $X \geq 0$ a partir de la primera unidad de tiempo, mes.

$$\beta_0 = [\sum X_i Y_i - N(X_m)(Y_m)] / [\sum X_i^2 - N(X_m)^2] \quad (4).$$

Donde:

X_m , Y_m : Media de X e Y , respectivamente.

$$\alpha = Y_m - \beta_0 X_m \quad (5).$$

El método para calcular E es de por ciento del promedio móvil centrado en 12 meses, donde cada valor mensual refleja el efecto de TECI y cada promedio móvil el efecto de TCI, entonces: $E = \text{TECI}/\text{TCI}$.⁴ Como cada promedio móvil expresa a TCI para obtener el efecto de CI se procede: $CI = \text{TCI}/T$.⁵ Después para extraer el componente C de CI , éste se ajusta estacionalmente como porcentaje de la tendencia del promedio móvil centrado en 5 meses. Al obtener C , entonces: $I = CI/C$.⁶

La serie de tiempo, objeto de análisis, se toma de las estadísticas de los servicios del Hospital V. L. Lenin, de Holguín.

RESULTADOS DEL TRABAJO

Tabla 1. Pacientes atendidos en cuerpo de guardia.

Unidad de medida: pacientes.

Meses	2004	2005	2006	2007	Total	Promedio
Enero	17274	14898	14279	16074	62525	15631
Febrero	16458	11879	13249	14054	55640	13910
Marzo	15858	16461	14727	15685	62731	15683
Abril	15074	15747	12946	15633	59400	14850
Mayo	15681	16373	14054	17162	63270	15818
Junio	15675	17718	13924	16305	63622	15906
Julio	14593	14859	14736	16407	60595	15149
Agosto	15576	15883	14892	16505	62856	15714
Septiembre	13732	16267	14774	15254	60027	15007

⁴Kazmier, Leonard J. Análisis estadístico para las empresas y la economía, p. 489.

⁵ Ibídem, p. 494.

⁶ Ibídem, p. 501.

Octubre	14929	14464	16812	15393	61598	15400
Noviembre	14334	13996	14999	14991	58320	14580
Diciembre	14442	14291	14606	13340	56679	14170
Total	183626	182836	173998	186803	727263	

Fuente: Estadísticas de servicios. Hospital V. I. Lenin

Con los totales de la Tabla 1 se calculan las ecuaciones $Y_c = \alpha + \beta_o X_i$ para el análisis horizontal.

$$Y_c (\text{anual}) = 181711,8 + 69,3 X_i \quad (6).$$

$$Y_c (\text{mensual}) = 181711,8/12 + 69,3 X_i/12 = 15142,6 + 5,775 X_i/12$$

$$Y_c (\text{mensual}) = 15142,65 + 0,48(X_i - 5,5)$$

$Y_c (\text{mensual}) = 15140,0031 + 0,48 X_i$ (7). El crecimiento anual medio de la tendencia es de 69,3 (Figura 1) y el mensual es casi estable con 0,48 por lo que no se perciben cambios bruscos de la demanda longitudinalmente.

Las ecuaciones $Y_c = \alpha + \beta_o X_i$ calculadas para el análisis vertical son:

$$Y_c (\text{total mensual}) = 61552,4 - 172 X_i \quad (8).$$

$$Y_c (\text{promedio mensual}) = 15388,2 - 43,0 X_i \quad (9).$$

La tendencia promedio en el período de forma transversal es a la disminución, comienza con un alza de la demanda y mensualmente va cayendo a una razón mensual de 43 (Figura 2).

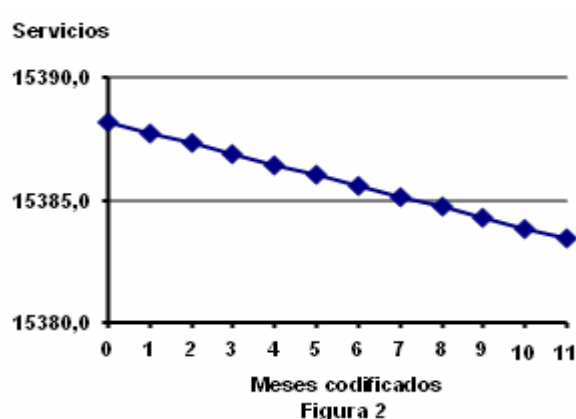
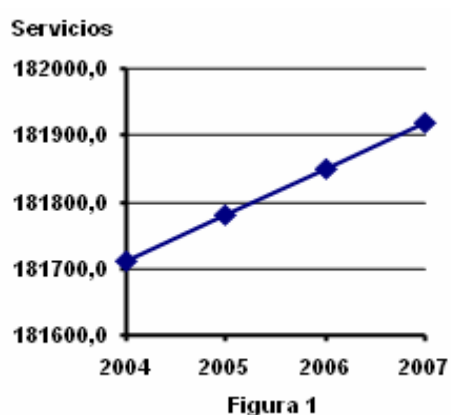


Tabla 2. Fragmento del cálculo de los índices estacionales por el método de la razón al promedio móvil.

Año	Mes	Servicios	Total móvil 12 meses	Total móvil 2 años	Promedio móvil centrado en 12 meses	Por ciento del promedio móvil centrado en 12 meses
2004	Enero	17274				
	Febrero	16458				
	Marzo	15858				
	Abril	15074				
	Mayo	15681				
	Junio	15675				
			183626			
	Julio	14593		364876	15203,17	95,99
			181250			
	Agosto	15576		357921	14913,38	104,44
			176671			
	Septiembre	13732		353945	14747,71	93,11

Fuente: Tabla 1.

La Tabla 2 muestra un fragmento ilustrativo del método de la razón al promedio móvil con el que se obtienen los índices estacionales de cada mes según se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Cálculo de los índices estacionales. Unidad de medida: por ciento

Meses	2004	2005	2006	2007	Mediana	Ajustado
Enero		98,87	99,12	103,39	99,12	99,2
Febrero		78,71	92,26	89,61	89,61	89,7
Marzo		108,22	103,30	99,45	103,30	103,4
Abril		102,95	90,58	99,37	99,37	99,5
Mayo		107,27	97,38	109,50	107,27	107,4
Junio		116,24	96,12	104,39	104,39	104,5
Julio	95,99	97,69	101,11		97,69	97,8
Agosto	104,44	104,21	101,42		104,21	104,3
Septiembre	93,11	106,83	100,12		100,12	100,2
Octubre	100,87	96,18	112,77		100,87	101,0
Noviembre	96,47	94,41	99,00		96,47	96,6
Diciembre	96,46	98,09	94,98		96,46	96,6

Fuente: Tabla 2.

El índice ajustado se obtiene de dividir $1200/1198,87$ (suma de las medianas) = $1,000944$ y luego este factor de corrección se multiplica por cada mediana. Se toma la mediana como medida de tendencia central porque se ve menos afectada por los valores extremos que la media aritmética.

La gráfica de los índices estacionales se muestra en la gráfica de la Figura 3 donde el más bajo es febrero (mes codificado 1) y el más alto se alcanza en mayo, creciente desde abril y hasta más allá de junio, período de mayor demanda.



Figura 3

En la Tabla 4 se ajustan los valores reales mensuales según los índices estacionales. Por ejemplo para enero de 2004 = $17274/99,208826(100)=17411,8$

La Información para la Tabla 5 se obtiene evaluando para $X_i = (0, 47)$ en la ecuación $Y_c (\text{mensual}) = 15140,0031 + 0,48X_i (7)$. Note que enero de 2004 = 0 y diciembre de 2007 = 47. Por ejemplo: $Y_c (\text{mensual}) = 15140,0031 + 0,48(47)= 13816,2$

Tabla 4. Datos ajustados estacionalmente.

Unidad de medida: pacientes

Meses	2004	2005	2006	2007
Enero	17411,8	15016,8	14392,9	16202,2
Febrero	18349,6	13244,3	14771,8	15669,3
Marzo	15336,9	15920,1	14243,1	15169,6
Abril	15155,4	15832,0	13015,9	15717,4
Mayo	14604,1	15248,6	13088,9	15983,4
Junio	15002,0	16957,3	13326,2	15604,9
Julio	14924,2	15196,2	15070,4	16779,3
Agosto	14933,1	15227,5	14277,4	15823,8
Septiembre	13702,7	16232,3	14742,5	15221,5
Octubre	14786,9	14326,3	16652,0	15246,5
Noviembre	14843,7	14493,7	15532,4	15524,1
Diciembre	14957,6	14801,2	15127,4	13816,2

Fuente: Tabla 2 y Tabla 3

La Información para la Tabla 5 se obtiene evaluando para $X_i = (0, 47)$ en la ecuación $Y_c (\text{mensual}) = 15140,0031 + 0,48X_i (7)$. Note que enero de 2004 = 0 y diciembre de 2007 = 47. Por ejemplo: $Y_c (\text{mensual}) = 15140,0031 + 0,48(47)= 15162,6$

Tabla 5. Tendencias mensuales.**Unidad de medida: pacientes.**

Meses	2004	2005	2006	2007
Enero	15140,0	15145,8	15151,6	15157,3
Febrero	15140,5	15146,3	15152,0	15157,8
Marzo	15141,0	15146,7	15152,5	15158,3
Abril	15141,4	15147,2	15153,0	15158,8
Mayo	15141,9	15147,7	15153,5	15159,3
Junio	15142,4	15148,2	15154,0	15159,7
Julio	15142,9	15148,7	15154,4	15160,2
Agosto	15143,4	15149,1	15154,9	15160,7
Septiembre	15143,9	15149,6	15155,4	15161,2
Octubre	15144,3	15150,1	15155,9	15161,7
Noviembre	15144,8	15150,6	15156,4	15162,1
Diciembre	15145,3	15151,1	15156,8	15162,6

Fuente: Tabla 1

Para obtener la información de la Tabla 6 se divide cada celda de la Tabla 4 por la respectiva celda de la Tabla 5 y se multiplica por 100.

Por ejemplo: $17411,8/15140,0(100) = 115,0 \%$

Tabla 6. Componentes cíclico e irregular.**Unidad de medida: por ciento.**

Meses	2004	2005	2006	2007
Enero	115,0	99,1	95,0	106,9
Febrero	121,2	87,4	97,5	103,4
Marzo	101,3	105,1	94,0	100,1
Abril	100,1	104,5	85,9	103,7
Mayo	96,4	100,7	86,4	105,4
Junio	99,1	111,9	87,9	102,9
Julio	98,6	100,3	99,4	110,7
Agosto	98,6	100,5	94,2	104,4
Septiembre	90,5	107,1	97,3	100,4
Octubre	97,6	94,6	109,9	100,6

Noviembre	98,0	95,7	102,5	102,4
Diciembre	98,8	97,7	99,8	91,1

Fuente: Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 7. Fragmento del cálculo de los índices estacionales para determinar el componente cíclico.

Año	Mes	Servicios	Total móvil 5 meses	Total móvil en 10 meses	Promedio móvil centrado en 10 meses	Por ciento del promedio móvil centrado en 5 meses
2004	Enero	15140,0				
	Febrero	15140,5				
			75704,828			
	Marzo	15141,0		151412,1	15141,2	100,0
			75707,2343			
	Abril	15141,4		151416,9	15141,7	100,0
			75709,6405			

Fuente: Tabla 5.

En el fragmento de la Tabla 7 se observa en la última columna que el porcentaje es 100 y lo es así para casi todos los meses, excepto para octubre de 2007, lo que indica que la serie de tiempo no está bajo la influencia de variaciones cíclicas. Se le muestra un fragmento en la Tabla 8 sobre este fenómeno. De esto se infiere que la tendencia es corregida sólo por el componente estacional y el irregular.

Tabla 8. Fragmento del componente cíclico.**Unidad de medida: por ciento.**

Meses	2004	2005	2006	2007
Enero		100,00	100,00	100,00
Febrero		100,00	100,00	100,00
Marzo	100,00	100,00	100,00	100,00
Septiembre	100,00	100,00	100,00	100,00
Octubre	100,00	100,00	100,00	111,11
Noviembre	100,00	100,00	100,00	
Diciembre	100,00	100,00	100,00	

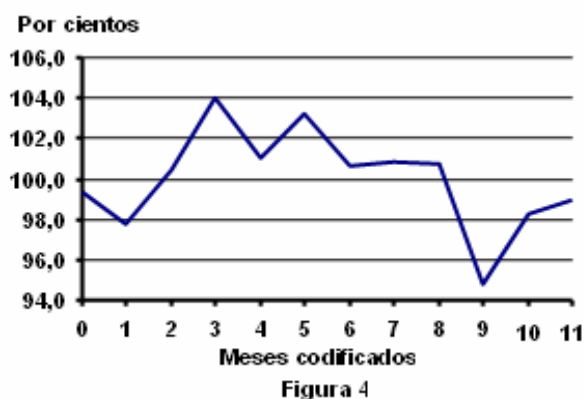
Fuente: Tabla 7.

Tabla 9. Componente irregular. Unidad de medida: por ciento.

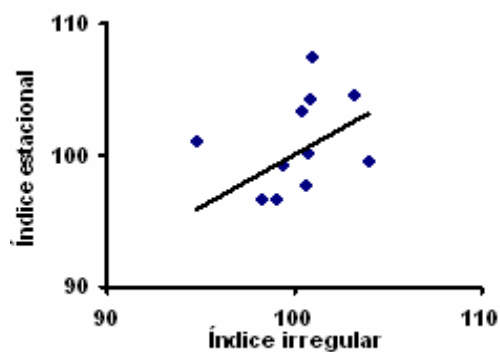
Meses	2004	2005	2006	2007	Mediana	Ajustado
Enero		99,2	95,0	106,9	99,2	99,4
Febrero		87,4	97,5	103,4	97,5	97,8
Marzo	101,3	105,1	94,0	100,1	100,1	100,4
Abril	100,1	104,5	85,9	103,7	103,7	104,0
Mayo	96,4	100,7	86,4	105,4	100,7	101,0
Junio	99,1	111,9	87,9	102,9	102,9	103,2
Julio	98,6	100,3	99,4	110,7	100,3	100,6
Agosto	98,6	100,5	94,2	104,4	100,5	100,8
Septiembre	90,5	107,1	97,3	100,4	100,4	100,7
Octubre	97,6	94,6	109,9	90,5	94,6	94,8
Noviembre	98,0	95,7	102,5		98,0	98,3
Diciembre	98,8	97,7	99,8		98,8	99,0

Fuente: Tabla 6 y Tabla 7.

En la Tabla 9 se muestra además un índice irregular para el pronóstico. La gráfica del componente irregular como si fuera estacional se ilustra en la gráfica de la Figura 4.



Al observar las Figuras 3 y 4 podría pensarse que el índice irregular guarda correlación lineal con el índice estacional.⁷ Para comprobarlo se regresan los índices estacionales en función de los índices irregulares. El resultado se ilustra en el diagrama de dispersión de la Figura 5.



El coeficiente de determinación $r^2 = 0,162982$ lo que significa que las variaciones del componente irregular sólo explican el 16 % de las variaciones del componente estacional.

Para efectos de pronóstico la ecuación de tendencia mensual longitudinal no parece la más adecuada. Para comprobarlo se evalúa en esta para enero de 2005 y se obtiene:

$$Y_c (\text{mensual}) = 15140,0031 + 0,48(12)(99,2)(99,4) = 15145,7.$$

Sin embargo este mismo mes evaluado en la ecuación mensual transversal da un valor de tendencia más apropiado.

$$Y_c (\text{promedio mensual}) = 15388,2 - 43,0(12)(99,2)(99,4) = 14879,4.$$

No obstante si se encuentra el error estándar de estimación⁸ de la tendencia calculado en 148,5 servicios se puede realizar un pronóstico más conservador.

⁷ Ibídem, p. 433.

⁸ Ibídem, p. 420.

$$Y_c (\text{promedio mensual}) = 15388,2 - 43,0(12) + 148,5 = 14970,7$$

CONCLUSIONES

La demanda total del servicio de cuerpo de guardia presenta un comportamiento estacional que tiende a confirmar las teorías clínico-epidemiológicas. No se identifica en el período el componente cíclico lo que puede estar dado por la longitud de la serie, por lo tanto no se es categórico al negar una total incidencia ya que podría encontrarse en un ciclo superior o inferior. Tiene una alta incidencia el componente irregular por lo tanto para propósitos de pronósticos transversales debe tomarse en cuenta el error estándar de estimación de la tendencia. La tendencia longitudinal es creciente y la transversal es decreciente. Por lo tanto se da respuesta al problema y al objetivo propuesto.

BIBLIOGRAFIA

1. Cuba. Ministerio de Salud Pública, Área de Economía. Compendio para la educación económica de los cuadros y trabajadores del sector de la salud. La Habana: Ministerio de Salud Pública, 2008. 89 p.
2. Economía de la salud/ Jorge Cosme Casulo... [et al.]. Santiago de Cuba: Editorial Oriente; 2007. 192 p.
3. Gallagner, Charles. Pronósticos del futuro/ Charles Gallagner, Hugh Watson. **En:** Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2008. p. 114-154.
4. Kazmier, Leonard J. Análisis estadístico para las empresas y la economía. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1983. 610 p.

Recibido: 240302010

Arbitrado: 12062010

Aprobado: 200802010

Datos del autor

Lic. Ramberto Rogelio Torres Correa

anazco@pscff.hlg.sld.cu

Institución: Facultad de Tecnología de la Salud.