



## **MODELO ECONOMÉTRICO MULTIVARIADO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE CALIDAD EN SERVICIOS DE SALUD.**

**Por:** MSc. Rolando Peguero Pérez <sup>(1)</sup>, MSc. Gisela Riquenes Despaignes<sup>(2)</sup>, Est. Pedro Augusto Peguero Riquenes <sup>(3)</sup> | Universidad de Oriente. Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Cuba.

**e-mail:** peguero@uo.edu.cu <sup>(1)</sup>, riquenes@uo.edu.cu<sup>(2)</sup>, ppeguero@nauta.cu<sup>(3)</sup>

**Recibido:** Febrero de 2018

**Aceptado:** Abril de 2018

### **Resumen**

El trabajo que se presenta se desarrolla en servicios de salud con el objetivo de determinar y aplicar un modelo econométrico multivariado que permite estimar y evaluar los costos de calidad, ha permitido cuantificar y evaluar el comportamiento de los costos de calidad, siendo de gran utilidad para generalizarlo a otros servicios. Los autores resaltan el uso de la técnica multivariada de correlación canónica, a través de la cual se obtiene el modelo econométrico, el cual permitirá a la dirección de la entidad mejorar el proceso de toma de decisiones en relación con los costos de calidad, permitiendo evaluar los niveles de eficiencia en los servicios de salud

**Palabras claves:** Modelo econométrico multivariado, homocedasticidad, normalidad, autocorrelación.

### **Abstract**

The work presented is develop in health services with the aim of identifying and implementing a multivariate econometric model that allows to estimate and assess the costs of quality, it also quantifies and evaluates the behavior of the costs of quality, being useful to generalize it to other services. The authors highlight the use of multivariate technique of canonical correlation, which gets the econometric model, which enables the address of the entity to improve the process of decision-making in relation to the costs of quality, allowingto assess the levels of efficiency in health care.

**Keywords:** Multivariate econometric model, normality, homoscedasticity, autocorrelation.



## Introducción

Los servicios de salud aunque pertenecen a la esfera no productiva, enriquecen la fuerza humana, factor vital para el desarrollo económico de cualquier país, bajo cualquier modo de producción.

En la actualidad, es de interés supremo para el Estado Cubano y la dirección del país elevar la calidad del servicio de salud que se brinda, lograr la satisfacción de la población, garantizando el uso eficiente de los recursos, el ahorro y la eliminación de gastos innecesarios, de forma que se garantice que el propio Sistema de Salud facilite que cada paciente reciba la atención correspondiente y necesaria, según se expone en los lineamientos 154 y 155 de la Política Económica y Social del país.

Todo ello, indica la necesidad de prestar atención a la calidad del servicio brindado y a los costos de calidad en que se incurren, así como su correcta determinación en los diferentes centros de costos y áreas de responsabilidad teniendo presente la diferenciación y la especialización de cada servicio.

Actualmente, no existe un procedimiento o metodología científicamente argumentada, que permita medir los costos de la calidad, o sea, aún cuando se utilizan métodos empíricos para su medición y evaluación. Estos están muy lejos de su implantación como herramienta en los procesos de toma de decisiones en el sector de la salud.

Con la implantación del perfeccionamiento hospitalario y la excelencia en los servicios de salud, existen muchas organizaciones que se han insertado en el sistema de gestión de la calidad, a pesar de que en muchas de ellas los costos de la calidad no constituyen un elemento primordial en la evaluación del sistema de calidad, carecen de los métodos, procedimientos, metodologías y fundamentos contables para el cálculo de éstos, y en otros casos no se le concede la importancia que revisten para evaluar el sistema de calidad, así como medir la rentabilidad y eficiencia de las organizaciones.

Con el perfeccionamiento del modelo económico cubano, cada unidad asistencial de salud, debe utilizar como herramienta de análisis para el mejoramiento de la eficiencia, la competitividad y la calidad del servicio, el enfoque moderno de evaluación de los costos de calidad, fortaleciendo el enfoque tradicional de determinación y evaluación de los costos, adentrándose en la determinación y clasificación de las partidas que integran los costos de calidad, adecuándolas a las características de cada tipo de servicio en específico, pues si es costoso establecer sistemas de evaluación y medición de los costos de calidad, lo será aún más el no medirlos ni evaluarlos.

## Materiales y métodos

Dentro de los métodos teóricos conocidos, fueron empleados:

- **Histórico - lógico:** en el análisis cronológico y evolutivo de las

consideraciones históricas – conceptuales de los indicadores de calidad e indicadores de eficiencia, que van desde los paradigmas y enfoques teóricos sobre la categoría costos, hasta su medición y evaluación.

- **Inductivo – deductivo:** en el empleo de premisas, hipótesis, leyes o teorías del pensamiento económico que transmiten o no la verdad a la conclusión sobre los indicadores evaluados en dependencia de la fuerza de las pruebas contenidas en los documentos revisados como premisa del estudio.
- **Análisis – síntesis:** en la descomposición de las teorías y preceptos del pensamiento económico subyacente en los costos, para una mejor comprensión de las concepciones teóricas del comportamiento de las partidas que conforman los mismos, las diferentes concepciones sobre los paradigmas de costos que al aplicarlos conlleven a un nuevo paradigma sobre los Costos de Calidad.

Dentro de los métodos empíricos, fueron usados:

- La revisión de documentos, en el proceso de revisión de los documentos primarios del departamento de costos que contiene la información correspondiente de la sala de cuidados intensivos en el período analizado.
- Criterios de especialistas, para corroborar los datos e

información primaria, así como para la validación del modelo obtenido.

- Dentro de los métodos estadísticos se usaron, entre otros: El muestreo aleatorio simple, para la determinación de una muestra representativa de la población objeto de la investigación, la técnica del análisis multivariado, específicamente, la técnica de correlación canónica (MANOVA).

### Población

El estudio se ha realizado sobre las observaciones del comportamiento de los indicadores de calidad y los indicadores de eficiencia en un período de cinco años, todos presentan características homogéneas, lo cual permitió seleccionar con una muestra representativa de 108 observaciones.

### Obtención de la muestra

La muestra de tamaño 108, se obtuvo empleándose la formulación para poblaciones finitas, es una muestra representativa de la población en estudio, incluye cuatro variables dependientes métricas y cuatro variables independientes métricas, la base conceptual de ambos conjuntos está bien establecida, las ocho variables generan un ratio de observaciones frente a variables de 13 a 1, por lo que excede correctamente el supuesto de 10 observaciones por variables.

## Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el sistema SPSS, versión 23, sobre Windows, aplicando la técnica de Correlación Canónica con un nivel de significación del 5 %, los resultados obtenidos se validaron a través de las pruebas no paramétricas de Kolmogorov – Smirnov de una muestra, los tests de Pillais, Hotellings y Landa de Wilks y el test paramétrico F- de Fisher para el análisis de varianza.

## Tipo de estudio que se realiza

Esta investigación clasifica como un estudio correlacional - explicativo de corte transversal

## VARIABLES EN ESTUDIO

Se emplean 8 variables de entrada, el conjunto de las variables dependientes (integrados por los indicadores de calidad) e independientes (indicadores de eficiencia) empleadas en el estudio, ambos conjuntos de indicadores tienen relación lógica en cuanto a su esencia, lo cual es una condición indispensable para correlacionarlos.

### Dependientes

### Independientes:

(Indicadores de Calidad)  
(Indicadores de eficiencia)

Y<sub>1</sub>: Costos de prevención (\$)   
X<sub>1</sub>: Índice Ocupacional (%)

Y<sub>2</sub>: Costos de evaluación (\$)   
X<sub>2</sub>: Promedio de Estadía (días)

Y<sub>3</sub>: Costos Fallos Internos (\$)

X<sub>3</sub>: Índice de rotación (%)

Y<sub>4</sub>: Costos Fallos Externos (\$)

X<sub>4</sub>: Intervalo de Sustitución (días)

## Resultados

Según los valores de los coeficientes canónicos estandarizados para las variables dependientes e independientes (covariantes), se obtiene un primer par de combinación lineal (primera variable canónica o par de variables canónicas) definida como sigue:

$$U_1 = 0.116 y_{11} + 0.802 y_{12} + 0.1930 y_{13} + 0.313y_{14}$$

U: Costos totales de calidad

$$V_1 = 0.239 X_{11} + 0.819 X_{12} + 0.048 X_{13} + 0.006X_{14}$$

V: Costos totales

Dado que la correlación es máxima en la primera combinación lineal, se acepta este como modelo lineal obtenido, el cual servirá para cumplimentar el objetivo de estimar los costos de calidad en el área de estudio. Las correlaciones (que deben ser lo más elevadas posibles) son siempre más altas <sup>(2.2 y 2.5)</sup> en el caso de la primera variable canónica y la cantidad de combinaciones lineales es igual a la mínima cantidad de variables independientes o dependientes, de las variables originales, que en este caso, son cuatro para las variables dependientes o independientes, de allí que sean cuatro pares de variables canónicas.

Se observa en el primer par de variables canónicas que las

variables  $y_{12}$  y  $x_{12}$  son las que mayor influencia tiene en las variables canónicas  $U_1$  y  $V_1$  respectivamente, dado que sus coeficientes estandarizados presentan los mayores valores (absolutos).

## Discusión

Como se muestra en el **análisis de varianza del modelo obtenido**, (estructurado en tres partes), se observan los test multivariantes (Pillais, Hotellings, Lambda de Wilks y Roys) que contrastan la hipótesis nula de que la correlación entre los dos conjuntos de variables es igual a cero. Como el p-valor es prácticamente cero en todos los casos, se acepta la hipótesis de que los dos conjuntos de variables están correlacionados linealmente, es decir, que no son independientes.

El modelo propuesto brinda la posibilidad de estimar dos indicadores, los costos totales de calidad y los costos totales clásicos, permite conocer a través de los signos, la relación existente entre las variables dependientes e independientes, muy importante para un estudio a priori de estos indicadores y en tercer lugar la ecuación obtenida permite cuantificar de forma estimada la magnitud de los costos de calidad en unidades de valor. Dado que, la correlación es máxima en la primera combinación lineal, se acepta este como modelo lineal obtenido, el mismo servirá para cumplimentar el objetivo de estimar los costos de calidad en el área de estudio. Nótese que las correlaciones (que deben ser lo más elevadas posibles) son siempre más altas<sup>(2.2 y 2.5)</sup> en el caso

de la primera variable canónica y la cantidad de combinaciones lineales es igual a la mínima cantidad de variables independientes o dependientes, de las variables originales, que en este caso son cuatro para las variables dependientes o independientes, de allí que sean cuatro pares de variables canónicas.

Es válido señalar que, los indicadores de eficiencia, se homogenizaron para convertirlos en unidades de valor, multiplicándolos por el costo promedio estimado de un paciente en la sala de cuidados intensivos, el cual asciende a 598.81 pesos en un período de un mes.

## Interpretación de los coeficientes canónicos

A diferencia del análisis de *regresión múltiple* donde se interpretan los coeficientes beta y los betas estandarizados, en este estudio sólo se interpretan los coeficientes betas estandarizados:

$\alpha_{11} = 0.116$ , expresa que un aumento adicional de la variable  $y_{11}$  en una desviación típica, provocará un aumento de **0.116** desviaciones típicas en los costos de calidad ( $U_1$ ), Ceteris Paribus.

$\alpha_{12} = 0.802$ , expresa que un aumento adicional de la variable  $y_{12}$  en una desviación típica, provocará un aumento de **0.802** desviaciones típicas en los costos de calidad ( $U_1$ ), Ceteris Paribus.

$\alpha_{13} = 0.193$ , expresa que un aumento adicional de la variable  $y_{13}$  en una desviación típica, provocará un aumento de **0.193** desviaciones

típicas en los costos de calidad ( $U_1$ ), Ceteris Paribus.

$\alpha_{14} = 0.313$ , expresa que un aumento adicional de la variable  $y_{14}$  en una desviación típica, provocará un aumento de **0.313** desviaciones típicas en los costos de calidad ( $U_1$ ), Ceteris Paribus.

$\alpha_{11} = 0.239$ , expresa que un aumento adicional de la variable  $X_{11}$  en una desviación típica, provocará un aumento de **0.239** desviaciones típicas en los costos totales ( $V_1$ ), Ceteris Paribus.

$\alpha_{12} = 0.819$ , expresa que un aumento adicional de la variable  $X_{12}$  en una desviación típica, provocará un aumento de 0.819 desviaciones típicas en los costos totales ( $V_1$ ), Ceteris Paribus.

$\alpha_{13} = 0.048$ , expresa que un aumento adicional de la variable  $X_{13}$  en una desviación típica, provocará un aumento de **0.048** desviaciones típicas en los costos totales ( $V_1$ ), Ceteris Paribus.

$\alpha_{14} = 0.006$ , expresa que un aumento adicional de la variable  $X_{14}$  en una desviación típica, provocará un aumento de **0.006** desviaciones típicas en los costos totales ( $V_1$ ), Ceteris Paribus.

## Contrastación de los supuestos

**Supuesto de linealidad:** Como condición inicial se determina la matriz de correlaciones, cuyo determinante es de 1,05E-006, que al ser muy pequeño indica que el grado de relación lineal entre las variables es muy alto, cumpliéndose el supuesto de linealidad entre las variables.

**Supuesto de linealidad de la correlación:** Como se muestra los test multivariantes (Pillais, Hotellings, Lambda de Wilks y Roys) que contrastan la hipótesis nula de que la correlación entre los dos conjuntos de variables es igual a cero. Como el p-valor<sup>(1)</sup> es prácticamente cero en todos los casos, se acepta la hipótesis de que los dos conjuntos de variables están correlacionados, linealmente, es decir, que no son independientes.

También, se presenta el contraste F para la significatividad individual de cada variable en la correlación canónica. Como el p-valor<sup>(1,2)</sup> es nulo en todos los casos se acepta la significatividad de las variables. Además el  $R^2$  ajustado y el múltiple<sup>1,3)</sup> son altos para todas las variables, lo que expresa excelente bondad del ajuste del modelo.

**Supuesto de normalidad:** Para esto se verificó la normalidad individual de cada variable, como se muestra a continuación:



**Tabla 1:** Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra (a)

	Costos prevención	Costos evaluación	Costos Fallos internos	Costos Fallos externos	Índice Ocupacional	Promedio estadía	Índice rotación	Intervalo sustitución
Z de K-S	0,895	1,224	0,874	0,819	0,965	1,172	1,173	1,177
.Sig*	0,40	0,10	0,429	0,514	0,31	0,128	0,127	0,125

**Fuente:** Los autores.

- a. La distribución de contraste es la Normal.
- b. Se han calculado a partir de los datos.

1. H0: Las frecuencias observadas de las variables se distribuyen normalmente H1:
2.  $\alpha = 0.05$
3. E.P:  $Z_{k-s} = \max |F(x_i) - F_0(x_i)|$   
**Zk-s** de Kolmogorov - Smirnov.
4. Definición de la región crítica:  $W = \{Z_{k-s} > Z_{1-\alpha}\}$  o  $W = \{P\text{-valor} \leq \alpha\}$
5. Regla de decisión: Rechazar H0 si E:P  $\in W$  o rechazar H0  $\sqrt{Z_{k-s} > Z_{1-\alpha}}$ . No rechazar H0 si E:P  $\notin W$  o no rechazar H0  $\sqrt{Z_{k-s} \leq Z_{1-\alpha}}$
6. Toma de decisión: Dado que los p-valores de todas las variables son mayores que el nivel de significación  $\alpha$ , se puede plantear que existen suficientes evidencias

empíricas para no rechazar la hipótesis nula de normalidad de las variables, y asegurar con un nivel de confianza del 95%.

**Supuesto de homocedasticidad**  
Para tal fin se determinó el estadístico M de Box, como a continuación se muestra:

**Tabla 2:** Prueba de Box sobre la igualdad de las matrices de covarianzas

M de Box	34,205
F	1,470
Sig.	0,150

- 1- H0:  $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g$   
H1: No todas las  $\Sigma_g$  son iguales
- 2-  $\alpha = 0.05$
- 3- E.P: M de Box, se distribuye aproximadamente como una F- de fisher.
- 4- Definición de la región crítica:  $W = \{M > F_t\}$  o  $W = \{P\text{-valor} \leq \alpha\}$
- 5- Regla de decisión:  
Rechazar H0 si E.P  $\in W$  o rechazar H0  $\sqrt{M > F_t, P\text{-valor} \leq \alpha}$   
No rechazar H0 si E.P  $\notin W$  o no rechazar H0  $\sqrt{M \leq F_t, P\text{-valor} > \alpha}$
- 6- Toma de decisión: Dado que el p-valor = 0.150, es mayor que nivel de significación  $\alpha$ , se puede plantear que existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula, y asegurar con un nivel de confianza del 95 % que se cumple el supuesto de homocedasticidad multivariada.

### Supuesto de no multicolinealidad

No se evidencia la existencia de multicolinealidad debido a que todas las pruebas t son significativas.

### Obtención de las funciones canónicas y valoración del ajuste global.

Luego de procesar los datos sobre la información de los indicadores, se obtienen las siguientes funciones canónicas.

Primer par de combinaciones lineales (primera variable canónica):

$$U_1 = 0.116 y_{11} + 0.802 y_{12} + 0.1930 y_{13} + 0.313 y_{14}$$

$$V_1 = 0.239 X_{11} + 0.819 X_{12} + 0.048 X_{13} + 0.006 X_{14}$$

Segundo par de combinaciones lineales (segunda variable canónica):

$$U_2 = 1.536 y_{21} - 1.397 y_{22} - 2.838 y_{23} - 2.893 y_{24}$$

$$V_2 = 1.230 X_{21} - 1.003 X_{22} - 0.169 X_{23} - 0.029 X_{24}$$

Tercer par de combinaciones lineales (tercera variable canónica):

$$U_3 = 3.406 y_{31} + 0.513 y_{32} - 8.265 y_{33} + 4.316 y_{34}$$

$$V_3 = - 0.006 X_{31} + 0.331 X_{32} - 0.006 X_{33} - 1.053 X_{34}$$

Cuarto par de combinaciones lineales (cuarta variable canónica):

$$U_4 = - 2.107 y_{41} + 0.068 y_{42} - 11.050 y_{43} + 13.045 y_{44}$$

$$V_4 = 0.235 X_{41} + 0.188 X_{42} + 1.055 X_{43} + 0.113 X_{44}$$

### Análisis de redundancia

Observando que el índice de redundancia es de 0.782 para las variables dependientes, y 0.422 para las independientes, se plantea que el conjunto de las variables predictoras explican el 78,2 % de la varianza compartida del valor teórico canónico criterio o dependiente.

Luego de haber transitado por los pasos lógicos del procedimiento, y a su vez haber superado con éxito las suposiciones del MANOVA se presentan las siguientes conclusiones:

1. El modelo obtenido permite a la alta dirección administrativa, generalizar este procedimiento a otros servicios, teniendo en cuenta el comportamiento de los indicadores que lo conforman.
2. Se ha demostrado que existe relación directa entre los indicadores de calidad y los indicadores clásicos de eficiencia hospitalaria, determinada por el coeficiente de correlación canónica de 0.977.
3. Se ha verificado que los indicadores de eficiencia hospitalaria tienen un impacto significativo en los indicadores de calidad los que miden el proceso y sus resultados en la atención médica de cuidados intensivos, lo cual justifica su utilización como una herramienta administrativa y gerencial para la toma de decisiones.



## Referencias

Álvarez, M, (1996). El costo de calidad, ¿cómo medirlo?, ¿cómo controlarlo?, ¿cómo evaluarlo?, México DF: Editorial Thompson, Madrid, p. 28.

Belén, M., y Otros, (2010). Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS, Porto Alegre: Editorial ediPUCRS

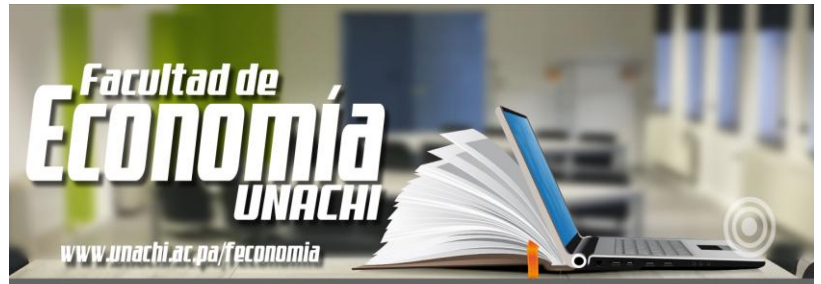
Gujarati, D, (2008). Basic Econometrics, Editorial Mc. Graw-Hill Higher Education, México DF. p.

Ishikawa, K,(1988). ¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa. La Habana: Ciencias Sociales, p. 22

Hair, J., y Otros, (1999). Análisis Multivariante, Madrid: Prentice Hall, p.79.

Pérez, C, (2005). Métodos estadísticos avanzados con SPSS, Editorial Thompson, Madrid, p. 689.

Wooldridge, J, (2008). Introducción a la econometría: Un enfoque moderno. Madrid: Thomson



## POSTGRADO Y MAESTRÍA EN DISEÑO DE AULAS VIRTUALES Y GESTIÓN VIRTUAL DE LA EDUCACIÓN

### Plan de Estudio

Tutoría, Virtualidad y Tecnología  
Psicología del aprendizaje en la Educación Virtual  
Estructura Tecno-Pedagógica del aula virtual  
Técnicas participativas en los entornos virtuales  
Desarrollo curricular por competencias en la virtualidad  
Planificación y producción del material multimedia por competencia  
Evaluación en los entornos virtuales  
Implementación de un curso virtual  
Proyectos colaborativos de investigación en la virtualidad  
Impacto de los metaversos en la educación  
Herramientas web y su integración con las redes sociales.  
Sistema de gestión de aprendizaje en los entornos virtuales

### [ Requisitos de Ingreso ]

- Título de licenciatura.
- Índice académico no menor de 1.0
- Manejo básico de las TIC's.
- Presentar Hoja de Vida resumida.
- Dos fotografías tamaño carnet.
- Conocimiento de un segundo idioma (preferentemente Inglés)

### Modalidad Semipresencial

Horario: **Domingos**



unachi.economia  
@unachi.ac.pa



730-5300  
ext. 6603



Facultad de  
Economía UNACHI