

# Análisis costo beneficio al utilizar software para el diagnóstico de enfermedades y tratamientos médicos

## Cost benefit analysis when using software for the diagnosis of illnesses and medical treatments

Silvia Alexandra MEDINA ANCHUNDIA [1](#); José Abel ALARCÓN SALVATIERRA [2](#)

Recibido: 16/02/2018 • Aprobado: 25/03/2018

### Contenido

- [1. Introducción](#)
  - [2. Materiales y métodos](#)
  - [3. Resultados](#)
  - [4. Conclusiones](#)
- [Referencias Bibliográficas](#)

#### RESUMEN:

En el presente artículo se lleva a cabo una aplicación empírica del análisis costo beneficio. La comparación de los beneficios derivados del tratamiento de algunas enfermedades con los costos requeridos permite obtener un indicador útil sobre la viabilidad económica de la implementación de software para los diagnósticos médicos capaces de ofrecer un tratamiento rápido para disminuir las afecciones que los pacientes estén padeciendo en determinadas circunstancias.

**Palabras-clave:** diagnósticos médicos, análisis costo beneficio, incertidumbre, viabilidad económica

#### ABSTRACT:

In the present article an empirical application of the cost benefit analysis is carried out. The comparison of the benefits derived from the treatment of some diseases with the required costs allows obtaining a useful indicator on the economic viability of the implementation of software for medical diagnoses capable of offering a fast treatment to reduce the conditions that patients are suffering in certain circumstances.

**Key words:** medical diagnoses, cost benefit analysis, uncertainty, economic viability

## 1. Introducción

La transición hacia una sociedad del conocimiento ha cambiado profundamente debido a las relaciones entre las personas, empresas, gobiernos, centros asistenciales de salud, entre otros. En la actualidad se avanza de forma imparable hacia una sociedad altamente interconectada donde el eje fundamental es la información.

El software es considerado como intermediario entre la información y la inteligencia humana. Es por ello que el desarrollo de software tiene un papel importante en la sociedad sobre la manera garantizar métodos transparentes en sus diferentes fases de producción y explotación.

Teniendo en cuenta las bondades que ofrece el uso de software, así como la importancia de su desarrollo para lograr obtener resultados certeros al ser utilizados y en particular al utilizarlos en los diagnósticos médicos, resulta necesario evaluar la viabilidad económica del desarrollo de software para que los centros asistenciales de salud lo utilicen para el proceso de diagnóstico médico. Por lo que se desarrolla un análisis de costo beneficio en el que los beneficios de salud de los pacientes derivados del tratamiento indicado de acuerdo a lo recomendado con el uso de software desarrollado para tal fin son comparados con los costos de explotación de dichas instalaciones.

La realización de análisis de costo beneficio, requiere que los beneficios y costos estén expresados en las mismas unidades, sin embargo, cuando se analiza un proyecto de salud, los beneficios generalmente se miden en diferentes unidades físicas, mientras que los costos se miden en unidades monetarias; de ahí que el análisis de costo beneficio requiere de la valoración monetaria como método de homogeneización de las unidades de medida. En este sentido, desde la teoría económica se han desarrollado diversas metodologías para la cuantificación e internalización de las externalidades ambientales derivadas de los proyectos de inversión. En el ámbito de los recursos médicos, la literatura especializada recoge que, en la mayoría de las aplicaciones, la cuantificación de dichas externalidades se ha realizado mediante el método de valoración contingente.

El objetivo del método de valoración contingente es cuantificar en términos monetarios el incremento o disminución de bienestar que se deriva de una actuación. Para ello se simula un escenario en el que se pregunta a los individuos sobre su disposición a pagar, o a ser compensado, por un incremento o disminución en la calidad o en la cantidad de un tratamiento médico.

El método de valoración contingente unido al elevado costo monetario para estudios relacionados con el desarrollo de software para contextos de diagnósticos médicos y aplicación de tratamientos despierta interés en la búsqueda de alternativas a la valoración contingente en el contexto de salud y específicamente para la valoración del costo beneficio que representa aplicar un tratamiento médico desde las recomendaciones que brinda un software el cual se desarrolla para tal fin y con la ayuda de los expertos médicos contribuye a la toma de decisiones.

En estudios de Färe *et al.*, (1993) surge la corriente de investigación que aporta una metodología de valoración de los llamados *outputs* no deseables, en el marco de los estudios de eficiencia. Haciendo uso del concepto de función distancia se logra calcular un precio sombra para aquellos bienes derivados de actividades humanas y productivas para los que el mercado no otorga ningún valor y que cuentan con importantes efectos económicos.

El precio sombra es el valor empleado en el análisis económico con respecto a un costo o beneficio de un proyecto cuando se considera que el precio de mercado es una estimación deficiente del valor económico real, según el Banco Mundial. El trabajo con el precio sombra implica técnicamente un precio que se ha obtenido de un modelo matemático complejo.

Los *outputs* no deseables que se analizan para el desarrollo de software son considerados como externalidades de tratamientos médicos negativos asociadas a un proceso de diagnóstico médico. Los precios sombra calculados representan el valor de los efectos externos que pueden convertirse en daños para la salud en el caso de un tratamiento médico inadecuado. Por tal motivo, si en el contexto de diagnósticos médicos desde el uso de software, previamente creado para tal fin se considera el desarrollo de software como un proceso productivo en el que se obtiene un *output* deseable (tratamientos médicos adecuados) junto con una serie de *outputs* no deseables (falta de medicamentos, falta de atención primaria de salud, falta de pruebas diagnósticas, etc.), entonces se puede plantear el cálculo de los precios sombra para estos últimos, lo que sería equivalente al valor del daño de médico evitado o beneficio médico derivado del proceso de tratamiento a través del uso de software. En otras palabras, se obtendría el valor de las externalidades positivas asociadas a la depuración de los tratamientos médicos asociados a los diferentes diagnósticos, es decir, mediante los tratamientos se está evitando el uso inadecuado de medicamentos que provocan efectos de salud negativo.

Con el objetivo de obtener un indicador útil sobre la viabilidad económica del desarrollo de

software y sus explotaciones, en el presente artículo se realiza un análisis costo beneficio para cada una de las instalaciones de salud seleccionadas. Para ello, la cuantificación de los beneficios de salud derivados del proceso de depuración se realiza mediante el cálculo de los precios sombra asociados a los outputs no deseables obtenidos en el proceso de depuración de los tratamientos médicos asociados a los diferentes diagnósticos. Una vez estimado el beneficio de salud al hacer uso del software desarrollado para tal fin en términos monetarios y conocido el costo económico del desarrollo de software para el tratamiento médico asociados a los diferentes diagnósticos que se ejecutan haciendo uso de software se obtiene el indicador de viabilidad económica para cada uno de los softwares desarrollados.

---

## **2. Materiales y métodos**

La metodología para la cuantificación de outputs no deseables fue desarrollada por Färe et al., (1993) en el marco de los estudios de eficiencia. Bajo la perspectiva económica, el término eficiencia hace referencia al uso racional de los recursos disponibles, es decir, la eficiencia describe aquel proceso productivo que, según la tecnología existente, emplea de manera óptima todos los factores de producción. En este contexto, la llamada función distancia se utiliza como referente para la obtención de los precios sombra de cada unidad médica asistencial.

Färe et al., (1993) introducen las funciones de distancia haciendo uso del teorema de la dualidad de Shephard (Shephard, 1970). La función distancia generaliza el concepto de las funciones de producción convencionales y mide la diferencia entre los outputs producidos por el proceso de depuración de los tratamientos médicos asociados a los diferentes diagnósticos y los outputs producidos por el proceso más eficiente. Se considera que el proceso más eficiente es aquel que minimiza el consumo de inputs y también minimiza la generación de outputs no deseables para maximizar la obtención de outputs deseables.

Esta función mide la distancia en el espacio desde el vector de outputs del proceso analizado hasta la frontera definida por el proceso más eficiente considerando que el vector de inputs es constante. Suponiendo que el proceso de producción utiliza un vector de  $N$  inputs ( $x \in R_+^N$ ) para producir un vector de  $M$  outputs ( $u \in R_+^M$ ), la función distancia se define como:

$$D_0(x, u) = \text{Min} \{ \theta : (u/\theta) \in P(x) \} \quad (1)$$

donde:

- $P(x)$ ; es un vector de outputs técnicamente viables y que utilizan el vector de inputs  $x$
- $\theta/u$ ; es la relación de outputs en la frontera de producción, con ello se tiene que  $D_0(x, u) \in [0,1]$
- $D_0(x, 0) = 0$  y  $D_0(x, u) = 1$ ; si  $u$  pertenece a la "frontera", es decir, la más eficiente.

Hernández y Sala (2006) refieren que cuando un determinado proceso utilice un mínimo de inputs para producir un determinado output, se situará en la frontera de producción. Valores elevados de  $D_0$  indican una buena aproximación a la frontera de producción y por tanto, alta eficiencia. Por otra parte (Coelli, 1998) define las siguientes propiedades asociadas a la función distancia:

1.  $D_0(x, u)$  es una función semi continua inferior
2.  $D_0(x, u)$  es no decreciente en  $u$  y no creciente en  $x$
3.  $D_0(x, u)$  es homogénea de grado 1 en outputs ( $u$ )

Para la estimación empírica de las funciones de distancia se utilizan métodos econométricos, en el presente estudio se utiliza el método de programación lineal. Este método fue utilizado por primera vez por (Aigner y Chu, 1968) para estimar los parámetros de la función de producción, y desde entonces se ha convertido en un poderoso instrumento para estimar las funciones distancia. Una de las ventajas de esta metodología es que no requiere ningún supuesto sobre la forma funcional. Un posible inconveniente es que los parámetros calculados no tienen propiedades estadísticas.

La función que ofrece mayor flexibilidad y, por ello, la más usada en este ámbito es la función translog. Aplicada a un problema con  $k$  unidades de producción,  $n$  inputs y  $m$  outputs, siendo  $x^k$  y  $u^k$  los inputs y outputs de la unidad de producción  $k$ -ésima, se formula como sigue:

$$\ln D_0(x^k, u^k) = \alpha_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_n^k + \sum_{m=1}^M \alpha_m \ln u_m^k + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{n'=1}^N \beta_{nn'} (\ln x_n^k)(\ln x_{n'}^k) + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{m'=1}^M \alpha_{mm'} (\ln u_m^k)(\ln u_{m'}^k) + \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \gamma_{nm} (\ln x_n^k)(\ln u_m^k) \quad (2)$$

El cálculo de los parámetros  $(\alpha, \beta, \gamma)$  se obtiene a través de la ecuación 3.

$$\text{Max} Z = \sum_{k=1}^K [\ln D_0(x^k, u^k) - \ln 1] \quad (3)$$

Para obtener resultados a través de la ecuación 3, se siguen seis pasos que se describen a continuación, pasos que facilitan obtener los resultados de los parámetros  $(\alpha, \beta, \gamma)$ .

1.  $\ln D_0(x^k, u^k) \leq 0$
2.  $\frac{\partial \ln D_0(x^k, u^k)}{\partial \ln u_m^k} \geq 0, (m = 1)$
3.  $\frac{\partial \ln D_0(x^k, u^k)}{\partial \ln u_{m'}^k} \leq 0, (m' = 2, 3, 4 \dots)$
4.  $\sum_{m=1}^M \alpha_m = 1; \sum_{n'=1}^N \beta_{nn'} = n \sum_{n=1}^N \gamma_{nm} = 0$
5.  $\alpha_{mm'} = \alpha_{m'm}; m=1, \dots, M; m'=1, \dots, M$
6.  $\beta_{nn'} = \beta_{n'n}; n = 1, \dots, N; n' = 1, \dots, N$

El problema lineal a resolver se plantea como: maximizar la suma de las distancias de cada unidad respecto de la frontera sabiendo que  $ln1 = 0$ , y sujeto a las restricciones de:

- a) todas las observaciones deben ser menores o iguales que 0,
- b) la derivada de la función distancia es no decreciente con el output deseable. En este caso, el denominador  $u_1^k$  representa el único output deseado del problema,
- c) la derivada de la función distancia con relación a los outputs no deseables, asegura que éstos tienen precios negativos. En este caso  $u_{m'}^k$  ( $m' = 2, 3, 4, 5, 6$ ) son los outputs no deseables del problema,
- d) homogeneidad de grado 1 de la función respecto a los outputs,
- e) simetría de los parámetros  $\alpha$ ,
- f) simetría de los parámetros  $\beta$ .

Calculada la función de distancia para cada unidad médica asistencial, se aplica el teorema de *Shephard*, teorema que se utiliza para pasar de unidades físicas a unidades monetarias. El citado teorema, está relacionado con la teoría del consumidor, de forma que para una función de costo de un determinado bien, ésta tiene un único mínimo (siempre y cuando se cumplan condiciones de las funciones, como por ejemplo que sea estrictamente convexa) para un precio determinado.

El teorema se basa en que un consumidor puede comprar una cantidad única de un bien (para un precio dado por el mercado) que le permite alcanzar un cierto nivel de utilidad o bienestar. Shephard (1970) y Färe y Primont (1995) establecieron la dualidad entre la función distancia y la de ingresos la cual es favorable para aplicar el teorema de *Shephard*, útil para calcular los precios de los outputs no deseables, donde se requiere asumir que ambas funciones, la función de distancia como la de ingresos, sean diferenciables, para ello se analizan las relaciones entre las funciones de ingreso y las funciones de distancia a través de las expresiones 4 y 5.

$$R(x, u) = \text{Max}_u \{r_u : D_0(x, u) \leq 1\} \quad (4)$$

$$D_0(x, u) = \text{Max}_r \{r_u : R(x, u) \leq 1\} \quad (5)$$

donde:

- $R(x, u)$ ; es la función de ingresos y  $r$  representa los precios de los outputs.

El teorema de dualidad de *Shephard* permite establecer la siguiente relación:

$$\nabla_u D_0(x, u) = r^*(x, u) \quad (6)$$

donde:

- $r^*(x, u)$  representa el máximo de la función de ingreso, para un vector determinado de precios de los outputs.

La deducción de los precios sombra absolutos para los outputs no deseables usando la función distancia requiere asumir que el precio sombra absoluto de un output deseable coincida con el precio de mercado. (Bajo la aplicación que se está realizando, el precio sombra de los tratamientos médicos de acuerdo al diagnóstico que se obtuvo al utilizar el software de diagnósticos médicos es igual al precio de mercado de este output).

Por tanto, sea  $m$  un output deseable cuyo precio de mercado es  $r_m$  igual a su precio sombra absoluto ( $r_m^0$ ), y sea  $m'$  cada uno de los outputs no deseables y  $r_{m'}$  el precio sombra de cada uno de los outputs no deseables, para todo  $m' \neq m$  los precios sombra absolutos viene dados por:

$$r_{m'} = r_m^0 \frac{\partial D_0(x, u) / \partial u_{m'}}{\partial D_0(x, u) / \partial u_m} \quad (7)$$

Basado en la expresión 7, se obtiene el precio sombra relativo del output  $m'$  (no deseable), el cual se define como el cociente entre la derivada de la función de distancia con respecto al output no deseable y la derivada de la función de distancia con respecto al output deseable, y todo ello multiplicado por el precio sombra absoluto del output deseable. Por lo que en el presente trabajo se propone la aplicación de la metodología antes descrita en el ámbito de la aplicación de tratamientos médicos adecuados a partir de los diagnósticos médicos que se obtienen al utilizar software para este fin, con el objetivo de llevar a cabo un análisis costo beneficio que incluya las externalidades de carencia de recursos para tratamientos médicos.

La muestra utilizada para obtener el costo beneficio de los tratamientos médicos haciendo uso de los resultados de diagnósticos que se obtienen a través de software creados para este fin, consta de 10 áreas asistenciales de salud. La información estadística se corresponde con el año 2015 - 2016 y procede de la Dirección Provincial de Salud correspondiente a las áreas asistenciales. El tratamiento médico aplicado por cada paciente seleccionado de las 10 áreas de salud está comprendido entre 35.00 y 45.00 Miles de pesos/año.

El proceso de tratamientos médicos asociados a diagnósticos médicos obtenidos con la utilización de software creados para tal fin se caracteriza por un output deseable, tratamientos médicos [T] (u1) que se corresponden con los gastos totales o costo de producción y su margen de utilidad establecido por el Ministerio de Economía y Planificación y cuatro outputs no deseados:

1. Materias primas y materiales [Mpm] (u2),
2. otros gastos directos [Ogi] (u3),
3. gastos de fuerza de trabajo [Gft] (u4)
4. gastos generales de administración [Gga] (u5).

Los inputs necesarios para llevar a cabo los tratamientos médicos derivados de los diagnósticos generados por el software creado para tal fin son: materias primas y materiales (X1), energía eléctrica (X2), depreciación (X3), salarios devengados (X4), gastos de distribución y ventas. La tabla 1 describen la ficha de costo elaborada para la implementación de softwares desarrollados para diagnósticos y tratamientos médicos, en ella se refleja los inputs deseados y los outputs no deseados.

**Tabla 1**

Ficha de costo elaborada para determinar el precio de los diagnósticos y tratamientos médicos al hacer uso de software. Fuente: Elaboración propia.

<b>FICHA DE COSTO PARA DETERMINAR EL PRECIO</b>					
		<b>Filas</b>	<b>Moneda</b>	<b>Moneda</b>	<b>Moneda</b>
<b>Conceptos de Gastos</b>			<b>Total</b>	<b>Nacional</b>	<b>Convertible</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
<b>Materias Primas y Materiales</b>		<b>1</b>	<b>22.51257</b>	<b>0.00000</b>	<b>22.51257</b>
Materias Primas y Materiales	1.1	22.50420	0.00000	22.50420	
Combustibles y Lubricantes	1.2	0.00000	0.00000	0.00000	
Energía Eléctrica	1.3	0.00837	0.00000	0.00837	
Agua	1.4	0.00000	0.00000	0.00000	
<b>Sub total (Gastos de Elaboración)</b>		<b>2</b>	<b>30,581.47473</b>	<b>0.00000</b>	<b>30,581.47473</b>
<b>Otros Gastos Directos</b>		<b>3</b>	<b>30,000.23821</b>	<b>0.00000</b>	<b>30,000.23821</b>
Depreciación	3.1	0.02905	0.00000	0.02905	
Arrendamiento de Equipos	3.2	0.00000	0.00000	0.00000	

Ropa y Calzado (Trabajadores directos)		3.3	0.00000	0.00000	0.00000
<b>Gastos de Fuerza de trabajo</b>		<b>4</b>	<b>570.07816</b>	<b>0.00000</b>	<b>570.07816</b>
Salarios Devengados		4.1	500.06856	0.00000	500.06856
Contribución a la Seguridad Social		4.3	70.00960	0.00000	70.00960
Impuesto por la Utilización de la Fuerza de Trabajo		4.4	0.00000	0.00000	0.00000
Estimulación en Divisas		4.5	0.00000	0.00000	0.00000
<b>Gastos Indirectos de Producción</b>		<b>5</b>	<b>0.00000</b>	<b>0.00000</b>	<b>0.00000</b>
Depreciación		5.1	0.00000	0.00000	0.00000
Mantenimiento y Reparación		5.2	0.00000	0.00000	0.00000
<b>Gastos Generales y de Administración</b>		<b>6</b>	<b>11.15836</b>	<b>0.00000</b>	<b>11.15836</b>
Combustibles y Lubricantes		6.1	0.00000	0.00000	0.00000
Energía Eléctrica		6.2	4.81068	0.00000	4.81068
Depreciación		6.3	5.43816	0.00000	5.43816
Ropa y Calzado		6.4	0.00000	0.00000	0.00000
Alimentos		6.5	0.00000	0.00000	0.00000
Otros		6.6	0.90951	0.00000	0.90951
<b>Gastos Distribución y Ventas</b>		<b>7</b>	<b>0.00000</b>	<b>0.00000</b>	<b>0.00000</b>
Combustibles y Lubricantes		7.1	0.00000	0.00000	0.00000
Energía Eléctrica		7.2	0.00000	0.00000	0.00000
Depreciación		7.3	0.00000	0.00000	0.00000
Ropa y Calzado		7.4	0.00000	0.00000	0.00000
Alimentos		7.5	0.00000	0.00000	0.00000
Otros		7.6	0.00000	0.00000	0.00000
<b>Gastos Bancarios</b>		<b>8</b>	<b>0.00000</b>	<b>0.00000</b>	<b>0.00000</b>
<b>Gastos Totales o Costo de Producción</b>		<b>9</b>	<b>30,603.98729</b>	<b>0.00000</b>	<b>30,603.98729</b>
<b>Margen de Utilidad seg/ base autorizada</b>		<b>10</b>	<b>3,672.47848</b>	<b>0.00000</b>	<b>3,672.47848</b>

<b>PRECIO SEGÚN LO ESTABLECIDO POR EL MEP</b>	<b>11</b>	<b>34,276.46577</b>	<b>0.00000</b>	<b>34,276.46577</b>
<b>% Sobre el Gasto Autorizado</b>	<b>12</b>	<b>12.00</b>	<b>0.00</b>	<b>12.00</b>

### 3. Resultados

#### 3.1. Costos del uso de software para diagnósticos y tratamientos médicos

La Tabla 2 muestra los costos de utilización de software para diagnósticos y tratamientos médicos. Dichos costos se han agrupado en cuatro categorías: materias primas y materiales, otros gastos indirectos, gastos de fuerza de trabajo, gastos generales de administración.

**Tabla 2**  
Costos de utilización de software para diagnósticos y tratamientos médicos expresadas en \$/unidad. Fuente: Elaboración propia.

<b>Unidades asistenciales</b>	<b>Materias primas y materiales</b>	<b>Otros gastos indirectos</b>	<b>Gastos de fuerza de trabajo</b>	<b>Gastos generales de administración</b>	<b>Costo total</b>
<b>1</b>	125,125.7	1,000.024	27.007816	0.115836	126,152.85
<b>2</b>	225,125.7	2,000.024	37.007816	2.115836	227,164.85
<b>3</b>	325,125.7	4,000.024	27.007816	1.115836	329,153.85
<b>4</b>	325,125.7	2,000.024	77.007816	2.115836	327,204.85
<b>5</b>	125,125.7	2,000.024	67.007816	0.115836	127,192.85
<b>6</b>	125,125.7	4,000.024	87.007816	0.115836	129,212.85
<b>7</b>	125,125.7	5,000.024	97.007816	2.115836	130,224.85
<b>8</b>	425,125.7	3,000.024	47.007816	1.115836	428,173.85
<b>9</b>	125,125.7	4,000.024	37.007816	0.115836	129,162.85
<b>10</b>	325,125.7	3,000.024	67.007816	2.115836	328,194.85
<b>Total</b>	<b>2.251257</b>	<b>30,000.2</b>	<b>570.07816</b>	<b>11.15836</b>	<b>30,583.69</b>

Cuantificados los costos de los tratamientos médicos, basados en los diagnósticos que ofrece el software desarrollado para este fin se realiza el análisis de costo beneficio para ello se determinan los beneficios de los diagnósticos médicos que se ejecutan a través del software en cada unidad asistencial seleccionada en la muestra.

#### 3.2. Beneficios de los diagnósticos médicos realizados a través del uso de software

Los beneficios de los diagnósticos médicos realizados a través del uso de software son expresados en términos monetarios, ellos han sido estimados mediante el cálculo de los precios sombra de los outputs no deseables obtenidos en el proceso de tratamientos médicos basados en los diagnósticos que ofrece el software. Estos precios sombra expresan el valor del daño de salud en el caso de no aplicar tratamiento de forma temprana, es decir, el beneficio de salud derivado del diagnóstico médicos que se ejecuta a través del software creado para tal fin. La tabla 3 muestra los beneficios de salud, expresados en términos monetarios, de las 10 unidades asistenciales de salud. El beneficio total ha sido desglosado según materias primas y materiales, otros gastos indirectos, gastos de fuerza de trabajo, gastos generales de administración.

Siguiendo la metodología descrita en el presente trabajo, el beneficio de salud, se obtiene de multiplicar el precio sombra del diagnóstico en cuestión por la cantidad de dicho diagnóstico no realizado en el proceso de tratamientos médicos que propone el software utilizado para tal fin. Según la ficha de costo mostrada en la tabla 1, se destacándose que el valor mínimo de un diagnóstico y tratamiento médico para 10 unidades asistenciales de salud pueden estar comprendido entre unos 30.00 Miles de pesos por año, mientras que el valor máximo puede ser hasta de 45.00 Miles de pesos por año. El margen de Utilidad según base autorizada es de 3,672.47848 miles de pesos, de acuerdo al tratamiento médico aplicado que resultó del diagnóstico obtenido a través del software.

### **3.3. Beneficio neto del proceso de aplicar tratamiento médico derivado del diagnóstico que se obtiene a partir del software creado para tal fin**

El beneficio neto se calcula para cada una de las unidades asistenciales de salud objeto de estudio. Para ello, los beneficios brutos del proceso de aplicar tratamientos médicos de acuerdo al diagnóstico obtenido al utilizar el software creado para este fin son comparados con el costo de cada unidad calculado en la tabla 2.

La tabla 3 muestra que 3 de las 10 (30 %) de las unidades asistenciales de salud presentan un beneficio neto negativo, es decir, que el tratamiento médico que se proporciona desde el diagnóstico que se obtiene al hacer uso de softwares para estos fines no es factible desde el punto de vista económico. Se observa que estas unidades asistenciales de salud cuyo beneficio neto es negativo realizan diagnósticos médicos sin la ayuda de software y por ende los tratamientos médicos que se aplican generan elevados gastos debido a que no son los más certeros para la salud de los humanos. Por el contrario, todas las unidades asistenciales de salud que utilizan software para tratamientos médicos derivados de los diagnósticos a través del uso de software, presentan un beneficio neto positivo.

**Tabla 3**

Beneficio neto de los tratamientos médicos asociados a los diagnósticos obtenidos a través del uso de softwares. Fuente: Elaboración propia.

<b>Unidades asistenciales de salud</b>	<b>Utilización de software</b>	<b>Beneficio bruto</b>	<b>Costo</b>	<b>Beneficio neto</b>
1	Si	150,150.95	126,152.85	23,998.10
2	Si	280,170.75	227,164.85	53,005.90
3	Si	389,205.90	329,153.85	60,052.05
4	Si	358,207.97	327,204.85	31,003.12
5	Si	155,195.99	127,192.85	28,003.14

6	No	119,212.85	129,212.85	-10,000.00
7	No	110,224.85	130,224.85	-20,000.00
8	No	11,173.85	428,173.85	-417,000.00
9	Si	430,178.90	129,162.85	301016.05
10	Si	430,190.95	328,194.85	101996.1
<b>Media</b>	<b>Si</b>	<b>243391.296</b>	<b>228183.85</b>	<b>15207.446</b>

El análisis de costo beneficio realizado muestra que tres unidades asistenciales de salud, elegidas para el presente estudio no son económicamente factibles. Las unidades asistenciales que presentan un beneficio neto medio negativo se debe a que no poseen tecnología adecuada para implementar softwares capaces de realizar diagnósticos médicos e indicar un posible tratamiento y, por lo tanto, su beneficio bruto es bajo. Por el contrario, las diferencias de costos entre las unidades asistenciales de salud que cuentan tecnologías adecuadas para el uso de software capaces de ayudar con los diagnósticos y tratamientos médicos proporciona en media un resultado positivo, de beneficio neto igual a 599,074.46 miles de pesos/por año, lo que demuestra que la utilización de software para los diagnósticos y tratamientos médicos son positivos, no sólo desde el punto de vista de mejoramiento de salud sino también del mejoramiento económico.

## 4. Conclusiones

En el presente trabajo se realiza un análisis de costo beneficio al utilizar softwares desarrollados para el diagnóstico y tratamientos médicos. El análisis de costo beneficio con valoración de los beneficios de salud en humanos permite llevar a cabo estudios de viabilidad económica para proyectos de tratamientos médicos derivados de los diagnósticos que se obtienen haciendo usos de las recomendaciones que brindan los softwares desarrollados para estos fines, teniendo en cuenta el valor monetario de los softwares.

Bajo la consideración de que los tratamientos médicos asociados a los diagnósticos que se obtienen usando softwares desarrollados para estos fines representa un proceso productivo en el que se obtiene un output deseable tratamientos médicos y cuatro outputs no deseados; materias primas y materiales, otros gastos directos, gastos de fuerza de trabajo, gastos generales de administración junto con una serie de inputs necesarios para llevar a cabo los tratamientos médicos derivados de los diagnósticos generados por el software creado para tal fin son: materias primas y materiales, energía eléctrica, depreciación, salarios devengados, gastos de distribución y ventas, etc., se plantea el cálculo de un *precio sombra* para estos últimos que representa el valor de los daños que se ocasionan a la salud o beneficio a la salud derivado del tratamiento que se aplica al obtener diagnósticos médicos haciendo uso de softwares diseñados para estos fines.

Se presenta una aplicación empírica para una muestra de 10 unidades asistenciales de salud teniendo en cuenta la generación de los outputs no deseables. Los resultados obtenidos son muy variables en función de las características propias de las unidades asistenciales de salud seleccionadas para el estudio.

A su vez los precios sombra obtenidos muestran también una importante variabilidad en función del tipo de output no deseable analizado. Los resultados del análisis de costo beneficio proporcionó información sobre la factibilidad económica del uso de software para los tratamientos médicos derivados de los diagnósticos que se obtienen con estos softwares. En este sentido, los valores medios del beneficio neto calculado muestran que las unidades asistenciales de salud que posee la tecnología adecuada para implementar este tipo de software son las que presentan mayor beneficio neto. Por el contrario, las unidades

asistenciales de salud que requieren de tecnología avanzada presentan un beneficio neto medio negativo, es decir, no poseen una adecuada factibilidad económica.

Por otra parte, se ha demostrado que el beneficio neto está directamente relacionado con el beneficio bruto de los tratamientos médicos derivados de los diagnósticos que se obtienen al hacer uso de software desarrollados para estos fines y no con los costos de obtención.

El estudio de viabilidad económica se realizó sobre la base de los costos y beneficios correspondientes al período 2015 – 2016, refiriéndose los mismos a la implementación de software útiles para obtener diagnósticos médicos certeros que apoyen la aplicación de tratamientos de las unidades asistenciales de salud y no a la inversión.

---

## Referencias Bibliográficas

Aigner DJ. y Chu SF. (1968). Estimating industry production function. *American Economic Review*. 58 (4). 826-839.

Coelli T. (1998). A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models. *Operations Research Letters*. 23. 143-149.

Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C.A. y Yaisawarng, S. (1993). Derivation of shadow prices for undesirable outputs: a distance function approach. *Review of Economics and Statistics*. 75 (2). 374-380.

Färe, R., y Primont, D. (1995). Multi-outputs production and duality: Theory and Applications. *Kluwer Academic Publisher*. Boston.

Hernández, F. y Sala, R. (2006). Economic and technical efficiency of wastewater plants: A basic requisite to the feasibility of water reuse projects. *En: Hlavinec, P et al., (Eds) Integrated Urban Water Resources Management*. 219-230.

Shephard, R.W. (1970). Theory of Cost and Production Functions. *Princeton: Princeton University Press*.

---

1. MSc. en Administración de Empresa, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Universidad de Guayaquil, Guayaquil Ecuador. [silvia.medinaa@ug.edu.ec](mailto:silvia.medinaa@ug.edu.ec)

2. MSc. en Sistemas de Información Gerencial, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Universidad de Guayaquil, Guayaquil Ecuador. [abel.alarcons@ug.edu.ec](mailto:abel.alarcons@ug.edu.ec)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 39 (Nº 28) Año 2018

[Índice]

[En caso de encontrar un error en esta página notificar a [webmaster](#)]

©2018. revistaESPACIOS.com • ®Derechos Reservados