

## BENEFICIOS ECONÓMICOS POR MEJORAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE PUERTO MALDONADO

### ECONOMIC BENEFITS FOR IMPROVING THE MANAGEMENT OF SOLID WASTE IN THE CITY OF PUERTO MALDONADO

*Rosel Quispe Herrera*<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo caracterizar la actual gestión de residuos sólidos en la ciudad de Puerto Maldonado, luego estimar la disponibilidad a pagar por un mejor servicio de limpieza pública y finalmente se evalúa la posibilidad de implementar un nuevo sistema de gestión de residuos sólidos. Se utilizó el método de valoración contingente y la base de datos se obtuvo de encuestas realizadas a los habitantes de la ciudad de Puerto Maldonado con una muestra aleatoria de 318 observaciones. Los resultados muestran que en la ciudad de Puerto Maldonado el servicio de recojo de residuos sólidos es insuficiente e ineficiente, los pagos que realizan los habitantes por concepto de limpieza y jardines no cubre los costos de operación a esto se suma el incumplimiento de pagos. La disponibilidad a pagar por implementar un plan de mejora del servicio de limpieza de residuos sólidos en la ciudad de Puerto Maldonado es de S/. 8.0, dicho pago sería directamente a la municipalidad para que los fondos sean utilizados para financiar los costos de inversión, operación y mantenimiento, en concreto el programa de mejora de la

---

<sup>1</sup> Dr. en Economía y Desarrollo Sostenible por la Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú, Dr. en Educación por la Universidad Nacional Mayor San Marcos Lima-Perú y Profesor Principal del Departamento Académico de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios-Perú. Correspondencia a [rherrera@unamad.edu.pe](mailto:rherrera@unamad.edu.pe).

Este artículo fue recibido 22 de julio de 2020, ajustado el 05 de agosto de 2020 y su publicación aprobada el 14 de agosto de 2020.

gestión de residuos sólidos en la ciudad de Puerto Maldonado es viable económicamente.

**Palabras clave:** *Residuos sólidos, disponibilidad a pagar, valoración contingente, flujo de caja.*

#### **ABSTRACT**

The present research work aims to characterize the current solid waste management in the city of Puerto Maldonado, then estimate the willingness to pay for a better public cleaning service and finally the possibility of implementing a new waste management system is evaluated. solid. The contingent valuation method was used and the database was obtained from surveys carried out among the inhabitants of the city of Puerto Maldonado with a random sample of 318 observations. The results show that in the city of Puerto Maldonado the solid waste collection service is insufficient and inefficient, the payments made by the inhabitants for cleaning and gardens do not cover the operating costs to this is added non-payment of payments. The willingness to pay for implementing a plan to improve the solid waste cleaning service in the city of Puerto Maldonado is S / . 8.0, said payment would be directly to the municipality so that the funds can be used to finance investment, operation and maintenance costs, specifically the program to improve solid waste management in the city of Puerto Maldonado is economically viable.

**Keywords:** *Solid waste, willingness to pay, contingent valuation, cash flow.*

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los habitantes de la ciudad de Puerto Maldonado se encuentran inconforme con la gestión de los Residuos sólidos por parte de la Municipalidad de dicha jurisdicción, la población no se encuentra satisfecha con el trabajo de la municipalidad en cuanto a la gestión de los residuos sólidos, existen problemas en el servicio de higiene urbana, los habitantes no están conforme con el barrido y limpieza de las calles y se percibe que el sistema de recolección y transporte de los residuos sólidos es deficiente y con una cobertura limitada.

La Municipalidad Provincial de Tambopata, no está utilizando eficientemente los recursos directamente recaudados por servicio de limpieza para la ciudad de Puerto Maldonado; ni está haciendo una gestión adecuada de los residuos sólidos de la ciudad. Se percibe poca conciencia ambiental por parte de la población y las actividades de reciclaje son limitadas en cuanto a residuos orgánicos e inorgánicos. La inadecuada gestión de los residuos en la ciudad genera la proliferación de tiraderos clandestinos y riesgos ocasionados por el contacto directo con la basura; contaminación del aire por la quema indiscriminada de residuos; generación y propagación de malos olores producto de la degradación de la materia orgánica expuesta al ambiente; generación de gases cuyas características pueden afectar negativamente la salud de las personas que laboran en el sitio y de las que habitan en la zona; contaminación potencial de las aguas superficiales y subterráneas, a consecuencia de los líquidos producidos por la descomposición de la basura, que ocasionan daños graves, tanto a la flora como a la fauna; la dispersión de residuos en las proximidades del tiradero, que afectan a la estética de la zona; y principalmente

los riesgos a la salud pública, al dar origen a la proliferación de moscas, cucarachas y roedores que provocan diferentes enfermedades gastrointestinales.

Por lo tanto, el problema se da por la acumulación de residuos sólidos en las calles esto debido a que la municipalidad no da respuesta rápida al problema por lo que los residuos permanecen largos periodos en los puntos que se depositan, es justamente el objetivo del presente trabajo determinar el monto de disposición a pagar por el servicio de limpieza urbana. Es importante destacar que, a través de la determinación del monto de disposición a pagar, por el servicio de recojo de basura se logrará una tarifa razonable, de acuerdo con la capacidad de pago de los ciudadanos para dotar de los recursos a la municipalidad de esta manera se agilizaría la actividad de recojo de los residuos

En consecuencia, es importante evaluar los beneficios económicos de implementar un nuevo sistema de gestión de residuos sólidos, esto implica por un lado estimar la disponibilidad a pagar por mejorar el servicio y por otro lado implica estimar los costos de operación y de inversión (equipos y maquinarias para el servicio de limpieza pública). El usuario directo de este trabajo de investigación será la Sub Gerencia de Medio ambiente de la Municipalidad Provincial de Tambopata, este estudio será de utilidad para tomar decisiones orientadas a mejorar la gestión de residuos sólidos en beneficio de los habitantes de dicha jurisdicción.

Por otro lado, es importante destacar el trabajo de Dulanto (2013) sostiene que la generación de residuos sólidos siempre ha tenido un impacto negativo en el ambiente y en la salud de las personas. Se ha comprobado que una inadecuada

gestión de residuos sólidos tiene impactos importantes en los derechos fundamentales al medio ambiente adecuado y a la salud de las personas. Del mismo, Castro (2001) estima la cantidad de residuos sólidos orgánicos; pasando por la descripción del impacto ambiental que se deriva de los procedimientos donde se identificó métodos de almacenamiento, tratamiento y disposición final de estos; teniendo en cuenta descriptores como tamaño del establecimiento, número de clientes, número de recipientes, capacidad de manejo y disposición de los residuos; finalizando con una evaluación y selección de alternativas apropiadas para el aprovechamiento de esta clase de residuos como son la lombricultura y la alimentación de cerdos. Por su parte, Rentería y Zeballos (2014) en su trabajo de investigación buscan mejorar la gestión de los residuos sólidos domiciliarios a través de la aplicación de herramientas de gestión estratégica que permitirán diagnosticar, planificar y diseñar una serie de lineamientos estratégicos que formarán parte de la Propuesta de Mejora para el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Los Olivos.

Asimismo, Castro (2010), estimó la Disposición a Pagar (DAP) por la implementación de un sistema de reciclaje en la comuna de Puerto Montt. Se utilizó el método de valoración contingente y un modelo econométrico para observar la correlación de las variables; edad, educación, ingreso y cuota que explican el modelo. Se obtuvo una respuesta positiva del 69% frente a la DAP, por lo que el valor de la DAP por la implementación de un sistema de reciclaje se estimó en \$1. 672 por vivienda trimestralmente. Por su parte, Ajata (2008), realiza un estudio cuyo objetivo principal es de analizar los factores socio-económicos en la disponibilidad a pagar (DAP) de los vecinos de la localidad

de Huanuni por el servicio de aseo urbano, mediante el Método de Valoración Contingente y el modelo econométrico logit para determinar los factores socio-económicos que influyen en la disponibilidad a pagar de la población y resolver los problemas de ineficacia del servicio de aseo urbano en la localidad de Huanuni y poder fijar una tarifa para este servicio. Por su parte, de acuerdo con el estudio realizado se obtuvo que la disponibilidad a pagar por el servicio de 4.50 por familia, para no afectar la economía de las familias que no cuentan con buenos ingresos.

Además, Gonzáles (2002), señala que la preocupación sobre la calidad del medio ambiente, como motivación humana para la puesta en marcha de conductas, emerge desde los valores humanos, desde creencias sobre el impacto de la interacción ser humano-medio ambiente y desde las creencias en la capacidad personal para aliviar o evitar los daños que supone el deterioro del medio ambiente. Por su lado, Fuentes (2008), la cantidad de residuos sólidos depende del grado de urbanización (cuanto más rural una ciudad, menor gestión de residuos sólidos), el tamaño de la ciudad, las costumbres de consumo de sus habitantes, el tipo de actividad económica que desarrollan, el nivel de ingresos de los habitantes, entre otros. También, Ruiz (2012) concluyo que un aspecto necesario a tomar en cuenta en los procesos de capacitación y/o sensibilización de la población, es el grado de instrucción, ya que a través de ella se puede generar el nivel de información a dar a la población con el fin de que ella se identifique con las actividades a desarrollar, es así que encontró, que dentro de su población investigada, el 59% presentaban formación universitaria, datos que facilitarían el trabajo. En esa misma línea, Buenrostro y Bocco (2003) concluyen que México cada vez enfrenta los retos medioambientales y

administrativos graves con respecto a la gestión de residuos sólidos. Al igual que en otros países en desarrollo, el sistema de saneamiento público es carente debido a una planificación inadecuada, así mismo la gestión de residuos sólidos es insostenible.

Po otro lado, Jenkins (1993) señala que en los Estados Unidos y Europa el creciente flujo de residuos sólidos amenaza cada vez más el medio ambiente. Recomienda políticas de primer orden con respecto a la crisis de los residuos sólidos: los municipios deben cobrar tarifas a los usuarios de los hogares de los servicios de residuos sólidos, el estudio se basa en un conjunto de datos que relaciona las cantidades de residuos desechados y los precios que se cobran a los hogares de los servicios de residuos en nueve comunidades de Estados Unidos. Analiza la relación entre la cantidad de residuos que desechan los individuos con variables socioeconómicas como el ingreso familiar, la edad de los individuos y de la densidad de población de la comunidad. Por su parte, Edjabou, et al. (2015) señalan que la gestión racional de los desechos y la optimización de la recuperación de recursos requieren datos fiables sobre la generación de residuos sólidos y la composición. En este estudio, se introduce una muestra de residuos y la metodología de clasificación para la caracterización. La metodología se aplicó a los desechos residuales recogidos de 1442 hogares distribuidos en 10 sub-áreas individuales en tres municipios daneses tanto individuales y áreas de las casas multifamiliares.

Asimismo, Guerrero, et al. (2013) argumentan que la gestión de residuos sólidos es un reto para las autoridades de las ciudades en los países en desarrollo, principalmente debido a la creciente producción de residuos, que

requiere un presupuesto municipal debido a los altos costos asociados a su gestión, la falta de comprensión sobre una diversidad de factores que afectan a las diferentes etapas de la gestión de residuos y los vínculos sean necesarias para que todo el sistema funcione adecuadamente. Asimismo, Peresin, et al. (2016) presentan una revisión de la gestión de los residuos domésticos en dos pequeños municipios situados en las regiones montañosas de Brasil. Utilizan los datos de residuos sólidos destinados que se recogen y seleccionan y caracterizan la composición gravimétrica de los residuos generados en tres barrios de diferentes. Concluyen que el municipio más grande mostró una mayor eficiencia y una mayor cobertura de recojo selectiva. El índice per cápita de producción de residuos fue similar entre los municipios, a pesar de las diferencias en el tamaño de la población y en las características sociales y económicas.

Finalmente, Lavee y Nardiya (2013) concluyen que la mayor parte de los residuos de Israel está expuesta en vertederos, amenazando los escasos recursos de tierra y presentan riesgos ambientales y de salud. El objetivo de este estudio es estimar los costos esperados de la transferencia de los municipios para la selección de los residuos sólidos en Israel, destinado a reducir la cantidad de residuos dirigida a los rellenos sanitarios y el aumento de la eficiencia y la cantidad de residuos reciclados. La información sobre los costos esperados de operar un sistema de separación en origen de los residuos sólidos se obtuvo de 47 municipios y se compila en una base de datos, teniendo en cuenta los diversos factores tales como los costos de los equipos, los ajustes de la construcción y la recolección y disposición de residuos. Además, Maydana (2011), al implementar el proyecto de mejora del manejo integral de los

residuos sólidos menciona que generará beneficios económicos, sociales y ambientales. Dentro de los beneficios económicos están: La reducción de los costos privados de tratamiento de enfermedades asociadas a la inadecuada gestión de la basura. La posibilidad de mejorar la recaudación financiera por parte de la población al constatar un mejor servicio de limpieza pública. El incremento de las oportunidades de negocios comercio y turísticos (hospedaje, restaurantes, etc.) por la mejora de las condiciones ambientales que redundarían en la mejora de los ingresos de la población. El incremento del valor del patrimonio privado de la población por la mejora ambiental (mejor valoración de los inmuebles).

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

La zona de estudio es la ciudad de Puerto Maldonado ubicada al sureste del Perú, capital del Departamento de Madre de Dios, situada a orillas del río Madre de Dios, llamado antiguamente Amaru Mayo. El método de es el de valoración contingente (MVC) trata de construir un mercado hipotético de los individuos o habitantes de un programa a partir de preguntas sobre la disponibilidad a pagar por mejorar en el servicio de recojo de residuos sólidos; la idea es cuantificar la DAP promedio como una aproximación del bienestar que refleja las preferencias del usuario, luego agregar este resultado a la totalidad de beneficiarios del programa. Esta teoría fue desarrollada por Robert K. Davis en la década los 60 y a partir de esa fecha ha sido ampliamente aceptado y utilizado. (Mitchell y Carson ,1988; Pearce y Turner ,1995)

De acuerdo con Haneman (1984), dadas las características específicas del individuo, es posible establecer una función de utilidad directa  $U(Q, S, Y)$  que

depende del ingreso  $Y$ , y de la mejora de la calidad del recurso ambiental en estudio (sin proyecto  $Q=0$  o con proyecto  $Q=1$ ), teniendo como parámetros al vector de características socioeconómicas del individuo.

Dado que el investigador desconoce la función  $U(Q, S, Y)$  entonces se plantea el modelo estocástico de la forma.

$$U(Q, S, Y) = V(Q, S, Y) + \varepsilon(Q)$$

Donde  $\varepsilon(Q)$  es la variable aleatoria, con media cero, y  $V$  es la parte determinística. Si el entrevistado acepta pagar sin proyecto para disfrutar de la mejora en la calidad del recurso en estudio, debe cumplirse que:

$$V(1, Y - P; S) - V(0, Y; S) > \varepsilon(0) - \varepsilon(1)$$

Donde  $\varepsilon(0)$  y  $\varepsilon(1)$  son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidos. Simplificando la notación, se tiene:

$$\Delta V = V(1, Y - P; S) - V(0, Y; S) \text{ y } \eta = \varepsilon(0) - \varepsilon(1)$$

A este nivel, la respuesta del entrevistado SI/NO es una variable aleatoria para el evaluador, la probabilidad de una respuesta afirmativa SI esta dada por:

$$\text{Prob(SI)} = \Pr(\Delta V > \eta) = F(\Delta V)^5$$

Donde  $F$  es la función de probabilidad acumulada de  $n$  si suponemos una forma funcional para:  $V_i = \alpha_i + \beta Y$ , lineal en el ingreso, donde  $i = (0, 1)$  y una distribución de probabilidad para  $\eta$  se obtiene:

$$\Delta V = (\alpha_1 - \alpha_0) - \beta P = \alpha - \beta P \dots \dots \dots (1)$$

Donde  $\beta > 0$  ya que el valor esperado de la utilidad ( $V$ ) aumenta con el ingreso, implicando que cuanto más alto sea  $P$  en la encuesta menor será  $\Delta V$  y por tanto menor será la probabilidad de que un individuo responda SI. De igual forma, este modelo solo permite estimar la diferencia  $\alpha_1 - \alpha_0$ ,

representando el cambio de utilidad por la mejora de la calidad del recurso en estudio y  $\beta$  representa la utilidad marginal del ingreso (constante). Se verifica entonces que el pago (P) que dejaría indiferente al entrevistado ( $\Delta V=0$ ) es igual al cambio en utilidad ( $\alpha$ ) dividido por la utilidad marginal del ingreso ( $\beta$ ) es decir:

$$P^* = \alpha/\beta$$

Si a (1) se le asocia una distribución de probabilidad normal para  $\eta$  con media cero, y varianza constante, es decir,  $\eta \sim N(0, \sigma^2)$  se obtiene un modelo Probit, cuya probabilidad de respuesta SI, se modela como:

$$\begin{aligned} \text{Prob}(\text{decir SI}) &= \text{Prob}((\alpha - \beta P)/\sigma > \eta/\sigma) \\ &= \int_{-\infty}^{\mu/\sigma} N(e) de \text{ donde } e = \eta/\sigma \end{aligned}$$

Si a (1) se le asocia una distribución de probabilidad logística para  $n$  se obtiene un modelo Logit, cuya probabilidad de respuesta **SI**, modela como:

$$\text{Prob}(\text{decir SI}) = \text{Prob}(\alpha - \beta P > \eta) = (1 + \exp(-\alpha + \beta P))^{-1}$$

Si el objetivo es encontrar la variación compensada (VC) que es la respuesta a la pregunta DAP; puede definir en un modelo lineal  $V_i$  como:

$$V(1, Y - VC; S) - V(0, Y; S) = \varepsilon(0) - \varepsilon(1)$$

Simplificando S momentáneamente:

$$\alpha_1 + \beta(Y - VC) + \varepsilon_1 = \alpha_0 + \beta Y + \varepsilon_0$$

Si los errores se distribuyen con un modelo Probit, la variación compensada es:

$$VC^+ = DAP = (\alpha/\sigma)/(\beta/\sigma)$$

Si los errores se distribuyen con un modelo Logit, la variación compensada es:

$$VC^+ = DAP = \alpha/\beta$$

Que vienen a ser la primera medida del bienestar, es decir, la medida  $VC^+$  de la distribución. La magnitud de las diferencias en las mediana del bienestar tanto para el modelo Probit como Logit, son irrelevantes. Por ello, los investigadores prefieren el modelo Logit porque admite mayor varianza en la distribución del término error.

En un modelo de utilidad línea tal como  $V_i$ , la media ( $VC^+$ ) y la mediana ( $VC$ )\* son iguales si el investigador no permite valores negativos para  $VC$ , entonces la media monetaria del cambio de bienestar a través de la media ( $VC^+$ ) esta dada por:

$$CV^\circ = VC^+ = \int_0^\infty (1 - Gc(P))dP = \log(1 + e^\alpha)/\beta$$

Donde  $Gc(P)$  De la probabilidad que  $VC$  sea menor o igual Que es la probabilidad de obtener una respuesta negativa, y  $1 - Gc(P)$  da la probabilidad que  $VC$  sea mayor que  $P$ . Si se generaliza el procedimiento y se incluye el vector  $S$ , la mediada del bienestar está dada por:

$$VC^+ = VC^* = DAP = \alpha'S/\beta = (\alpha_0 + \sum_{i=1}^K \alpha_i s_i)/\beta. \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

$s_i$  = Conjunto de característica socioeconómicas, que no incluye el ingreso.

$\alpha'$  = Es la transpuesta de vector de parámetros, y  $\beta$  es el coeficiente del precio P (utilidad marginal del ingreso)

El modelo económico especifica estimar es de la siguiente manera:

$$\text{PROB(SI)} = \beta_0 + \beta_1 \text{DAP} + \beta_2 \text{INGRESO} + \beta_3 \text{EDAD} \\ + \beta_4 \text{EDU} + \dots + \beta_N \text{OTRAS VARIABLES S. E.}$$

Los modelos estimados pueden ser estimados por Probit o Logit, la fórmula para estimar DAP media para este modelo es:

$$\text{DAP} = - \frac{\beta_0 + \beta_1 \text{INGRESO} + \beta_2 \text{EDAD} + \beta_3 \text{EDU} + \dots + \beta_N \text{OTRAS VARIABLES S. E.}}{\beta_1}$$

El signo (-) en la DAP indica que el coeficiente  $\beta_1$  debe ser siempre negativo, el cual señala la relación inversa que existe entre el precio del servicio y la probabilidad de responder SI a la pregunta sobre la DAP.

Finalmente, se utilizó el modelo Logit, del que se obtuvo la probabilidad de estar dispuesto a pagar y el monto que está dispuesta a pagar por mejorar el servicio de limpieza pública en la ciudad. Sea el modelo latente:

$$Y^* = \beta' X + \varepsilon \quad ; \quad Y = \begin{cases} 1, & \text{Si } Y^* > 0 \\ 0, & \text{Si } Y^* \leq 0 \end{cases}$$

Dónde:  $Y^*$  es la variable latente u oculta, en este caso refleja el cambio cualitativo por mejorar el servicio. Si el cambio es positivo, es decir, el servicio mejora, estarán dispuestos a pagar alguna suma de dinero ( $Y^* > 0$ ), caso contrario si el servicio es deficiente no estará dispuesto a aportar económicamente ( $Y^* \leq 0$ ). En efecto, una de las técnicas adecuadas para este propósito es el

modelo de probabilidad Logit, por lo que se usó esta técnica para identificar las variables que influyen a la probabilidad de la disposición a pagar.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En esta sección se muestran los resultados de las estimaciones, con el objeto de determinar qué variables afectan a la decisión de pagar, se ensayó un modelo con todas las variables. La validez del mejor modelo se evaluó en función del cumplimiento de los signos esperados, de la significancia estadística de los coeficientes estimados en forma individual y global, criterio de bondad de ajuste y porcentaje de predicción.

En efecto, la Tabla 1 se puede apreciar un portafolio de 2 modelos con diferentes especificaciones, La especificación [1] incluye todas las variables, al evaluar los signos esperados de los coeficientes de las variables están correctos, sin embargo los coeficientes de las variables: nivel de educación y edad al cuadrado no son significativos al 10% de nivel de significancia, mientras en la especificación [2] se encuentra un modelo más consistente, los signos esperados son correctos, todos los coeficientes de las variables en forma individual y global son estadísticamente significativos al 5% y 10%. Se logra un ajuste de 0.1267 y una capacidad de predicción del modelo de 70.98%.

En la especificación [2], en forma individual con la prueba Z todos los coeficientes asociados a las variables son estadísticamente significativos a un nivel de significancia de 10%. Por otro lado, con la prueba de Razón de Verosimilitud (LR), los coeficientes del modelo Logit2 en forma conjunta son

estadísticamente significativos a un nivel de significancia de 1%. El valor de  $R^2$  de McFadden en la especificación [1] es de 0.1275, significa que el 12.75% de variaciones en la probabilidad está siendo explicados por las variables independientes.

Tabla 1. Factores socioeconómicos que influyen en la disponibilidad a pagar (DAP)

Variables	Especificación	
	[1]	[2]
Constante	0.1063	0.4210
Precio hipotético	-0.6469***	-0.2844**
Rango de ingreso	0.2032**	0.1919***
Nivel de educación	-0.0426	
Edad	-0.0637	-.02802**
Edad al cuadrado	0.000464	
Tamaño de hogar	-0.1125	-0.1137*
Tipo de propiedad (1=propia 0=caso contrario)	1.0476***	1.044***
Años de residencia en Puerto Maldonado	-0.0313***	-0.03165**
Zona de residencia (1=céntrica; 0=periferia)	1.2064	1.1942***
<i>Pseudo R- squared</i>	0.1275	0.1267
Porcentaje de predicción	71.29%	70.98%
Razón de Verosimilitud-LR	54.34	53.96
Número de observaciones	318	318

Leyenda: \* significativo al 10%; \*\* significativo al 5% y \*\*\* significativo al 1%

Fuente: Elaboración propia.

Mientras, en la especificación [2] es de 0.1267, implica que las variaciones en la probabilidad están siendo explicados en un 12.67% por las variables independientes, estos refleja un buen ajuste en ambos casos. Por otro, evaluando el porcentaje de predicción, en la especificación [1] predice correctamente en un 71.29%, mientras en la especificación [2] el porcentaje de predicción a 70.98%, este resultado muestra el buen ajuste del modelo para predecir la probabilidad de estar dispuesto a pagar por mejorar la gestión de

residuos sólidos en la Ciudad de Puerto Maldonado. En la Tabla 2, se muestra los efectos marginales en la probabilidad de estar dispuesto a pagar ante cambios en las variables independientes. Los efectos marginales en el modelo logit no son constantes debido a esto se estima un efecto marginal promedio relacionado a cada variable.

Tabla 2. Efectos marginales con la especificación [2]

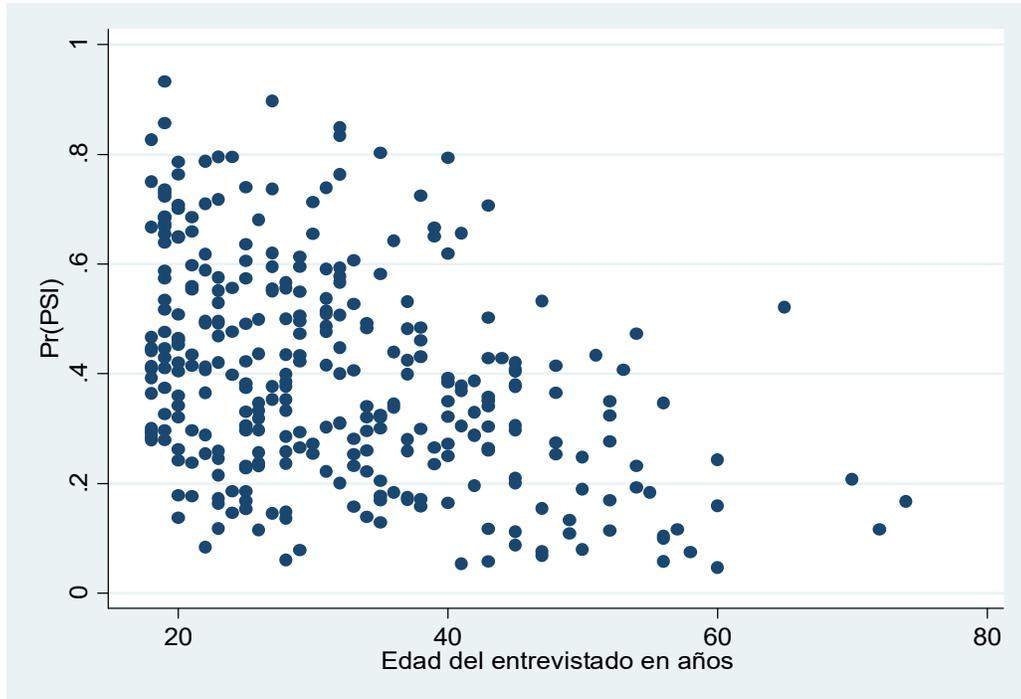
Variables	Efectos marginales	Promedio
Precio hipotético	-0.0669	3.46
Rango de ingreso	0.0451	2.41
Zona de residencia	0.2413	0.84
Edad	-0.0065	31.86
Años de residencia en	-0.0074	16.98
Tamaño de hogar	-0.0267	4.43
Tipo de propiedad	0.2407	0.50
0=caso contrario		

Fuente: Elaboración propia.

Un incremento en el precio hipotético en un Sol provoca una disminución en la probabilidad de estar dispuesto a pagar en 0.0669. Por otro lado, si aumenta el nivel de ingreso, la probabilidad de estar dispuesto a pagar por mejorar la gestión de residuos sólidos en la Ciudad de Puerto Maldonado se incrementa en 0.0451. Como era de esperarse, el ingreso refleja la capacidad de pago del residente lo cual conlleva a una mayor disposición a pagar. Del mismo modo, si aumenta la edad en un año, la probabilidad de estar dispuesto a pagar disminuye en 0.0065. Estos resultados, refuerzan la hipótesis de que las personas más jóvenes tienen mayor conciencia ambiental por lo tanto mayor disposición a pagar por mejorar el servicio de recojo de residuos sólidos (Figura 1). Por otro lado, si las viviendas se encuentran en la zona céntrica de la ciudad

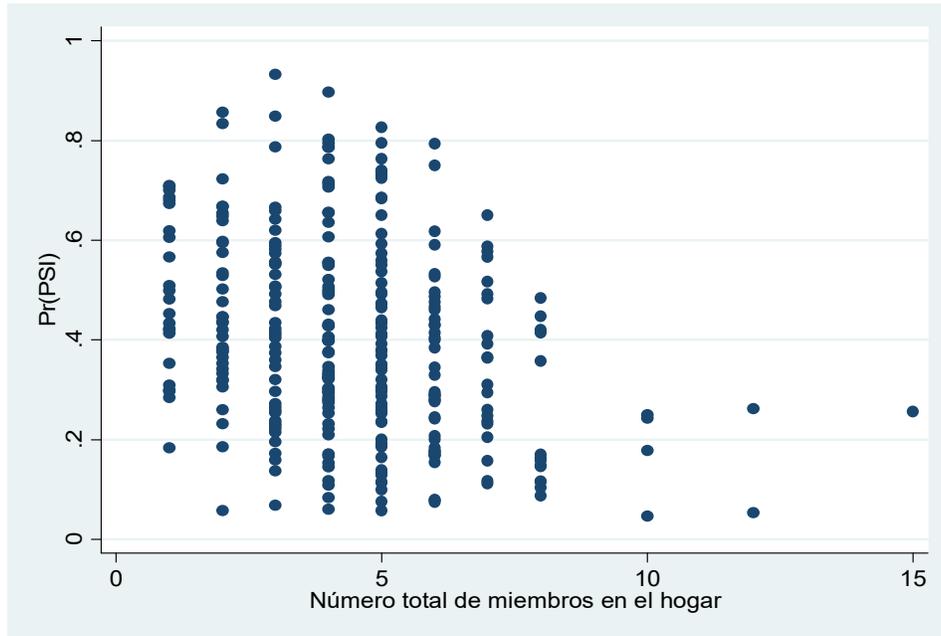
de Puerto Maldonado es mayor la disposición a pagar, es decir, existe probablemente mayor preocupación por parte de los habitantes por resolver y mejorar la gestión de residuos sólidos. Para los habitantes de la zona céntrica es mayor la probabilidad de estar dispuesto a pagar en 0.2413 con relación a los habitantes de la periferia de la ciudad de Puerto Maldonado.

Figura 1. Relación entre la probabilidad de estar dispuesto a pagar y edad



Como se observa en la Figura 2, aquellos hogares con mayor cantidad de miembros implican que incurren en mayores gastos de hogar y por lo tanto la disponibilidad a pagar disminuye, es otros términos, un incremento en un nuevo sol en la tarifa, implica una disminución de la disposición a pagar en 0.0267.

Figura 2. Relación entre la probabilidad de estar dispuesto a pagar y tamaño de hogar

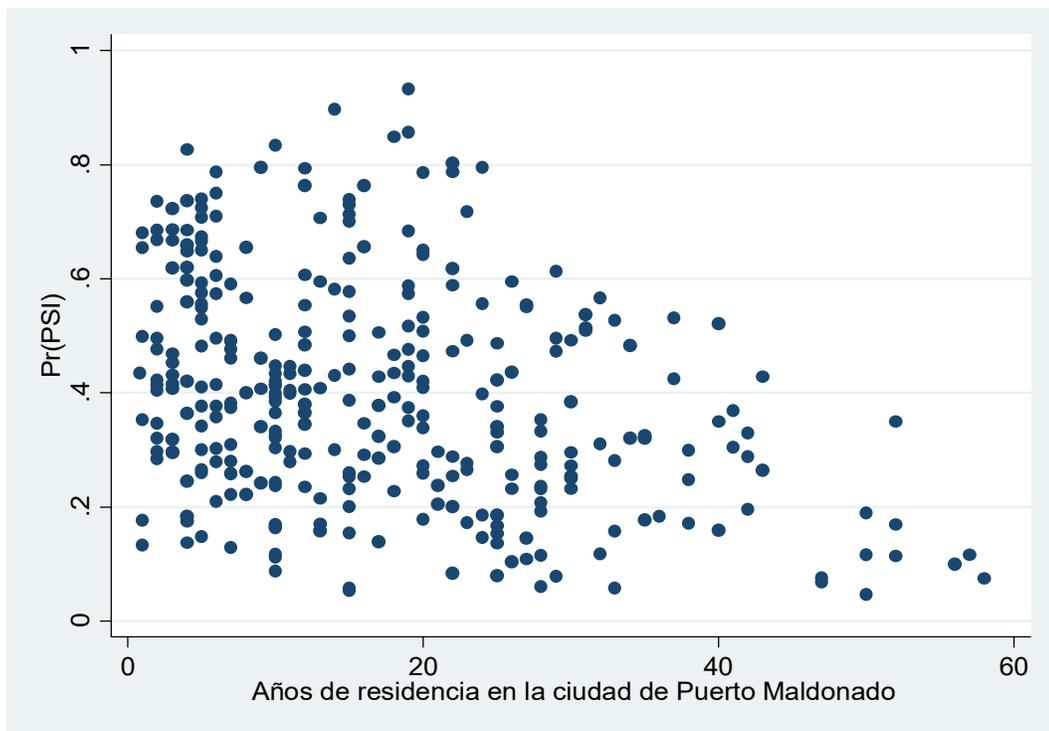


Aquellos residentes con menor tiempo, de los cuales probablemente un buen grupo corresponde a inmigrantes, se puede evidenciar que a menor tiempo de residencia en años implica una mayor probabilidad de estar dispuesto a aportar para mejorar la gestión de residuos sólidos en 0.0074, (Figura 3)

Aquellos habitantes o residentes con vivienda propia tienen una mayor probabilidad de estar dispuesto a pagar en 0.2407 con relación a los habitantes que no cuentan con vivienda propia, esta variable se incluye para probar si existe un mayor interés para aquellas personas que son dueños de su vivienda, probablemente este grupo de personas son residentes permanentes en la ciudad de Puerto Maldonado. A modo de discusión Castro (2010), estimó la Disposición a Pagar (DAP) por la implementación de un sistema de reciclaje en

la comuna de Puerto Montt utilizando el método de valoración contingente donde se consideraron como variables explicativas la edad, educación, ingreso y precio hipotético. El valor de la DAP por la implementación de un sistema de reciclaje se estimó en \$1. 672 por vivienda trimestralmente. En el presente trabajo el valor de la DAP es por acceder a un mejor servicio en el recojo de residuos sólidos se estimó en S/. 8.0 por vivienda (US\$ 2.50), este nuevo sistema de recojo incluye el reciclaje en residuos orgánicos e inorgánicos.

Figura 3. Relación entre la probabilidad de estar dispuesto a pagar y años de residencia



Aquellos habitantes o residentes con vivienda propia tienen una mayor probabilidad de estar dispuesto a pagar en 0.2407 con relación a los habitantes que no cuentan con vivienda propia, esta variable se incluye para probar si

existe un mayor interés para aquellas personas que son dueños de su vivienda, probablemente este grupo de personas son residentes permanentes en la ciudad de Puerto Maldonado. A modo de discusión Castro (2010), estimó la Disposición a Pagar (DAP) por la implementación de un sistema de reciclaje en la comuna de Puerto Montt utilizando el método de valoración contingente donde se consideraron como variables explicativas la edad, educación, ingreso y precio hipotético. El valor de la DAP por la implementación de un sistema de reciclaje se estimó en \$1. 672 por vivienda trimestralmente. En el presente trabajo el valor de la DAP es por acceder a un mejor servicio en el recojo de residuos sólidos se estimó en S/. 8.0 por vivienda (US\$ 2.50), este nuevo sistema de recojo incluye el reciclaje en residuos orgánicos e inorgánicos.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se encuentran acorde a la teoría económica tal como lo establece Haneman (1984), en efecto, las variables socioeconómicas sugeridas por Haneman es esencialmente el ingreso y el precio hipotético, en los resultados del presente trabajo se lograron demostrar que los coeficientes del ingreso y del precio hipotético son significativos. En la Tabla 3 se muestra la media de la disposición a pagar (DAP) utilizando la muestra completa (n=318), el cual resultó en S/. 8 aproximadamente, el valor mínimo de la DAP fue de 0.76 soles y el valor máximo de 15.11 soles, estos resultados muestran que el modelo, muestra el aporte económico sería para cubrir los costos de inversión, de operación y mantenimiento para mejorar la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Puerto Maldonado.

Tabla 3. Disposición marginal a pagar

Variables	DAP marginal	límite inferior	Límite superior
Rango de ingreso	0.674	0.027	1.321
Zona de residencia (1=céntrica; 0=periferia)	4.198	1.143	7.254
Edad	-0.098	-0.203	0.006
Años de residencia en Puerto Maldonado	-0.111	-0.206	-0.016
Tamaño de hogar	-0.399	-0.920	0.120
Tipo de propiedad (1=propia 0=caso contrario)	3.671	0.922	6.419
Disponibilidad a pagar (DAP en soles)	8.00	0.80	15.00

El valor de la DAP de S/. 8 aproximadamente, se utiliza para proyectar los ingresos que obtendría la Municipalidad Provincial de Tambopata, por concepto de limpieza, siempre y cuando los vecinos aporten puntualmente. Actualmente el pago de limpieza varía en función al plano catastral, esto implica que la tasa de cobro depende de las características de la vivienda. El valor de DAP obtenido en este trabajo debe ser tomado en cuenta como referencia para realizar un análisis de costo beneficio de modo que la Municipalidad incorpore esta información para evaluar programas y proyectos de inversión pública que buscan ampliar y mejorar el servicio de limpieza en forma permanente en toda la ciudad de Puerto Maldonado.

Tomando en cuenta la estimación de la DAP se procedió a elaborar el flujo de caja como se puede apreciar en la Tabla 5, el aporte económico de los usuarios es de S/. 8.0 por el programa de mejoramiento en la ciudad de Puerto Maldonado, en términos de criterios de inversión, con el flujo de caja a precios sociales, el VAN social resulta positivo y la relación de B/C social es mayor que uno, como se puede apreciar en la Tabla 4, por lo tanto el programa de mejoramiento sería viable.

Sin embargo, si la población de Puerto Maldonado no paga puntualmente los pagos de limpieza a la Municipalidad esta rentabilidad social no sería posible alcanzar, estos resultados solo son posibles cuando todos los vecinos paguen puntualmente sus tasas de limpieza. Lo más probable es que exista una tasa de morosidad con lo cual esta rentabilidad social sería menor a lo previsto en el flujo de caja proyectado. Por lo tanto, la implementación del programa de mejora se garantiza siempre y cuando la población aporte económicamente a financiar los costos de implementar el programa de recojo de residuos sólidos, caso contrario no sería posible financiar dicho programa.

Tabla 4. Indicadores de inversión a precios sociales

<b>Indicadores</b>	<b>Valores</b>
VAN social (S/.)	S/. 7,653,899.87
B/C social	3.10
Tasa Interna de Retorno social (TIR)	56%
Tasa social de descuento <sup>2</sup>	9%

Fuente: Elaboración propia con base a la Tabla 6.

<sup>2</sup> La Tasa Social de Descuento (TSD) general es equivalente a 9%. Cuando el proyecto se realiza a precios sociales se debe utilizar la TSD.

*Rosel Quispe Herrera*

Tabla 5. Flujo de caja proyectado con la DAP y costos de inversión, operación y mantenimiento del programa de mejoramiento  
(en soles y a precios de mercado)

Rubros / Años	0	1	2	3	...	10
<b>(+) A. Ingresos</b>		1728000	1728000	1728000	...	1728000
Precio (S/. 8 mensual según DAP)		96	96	96	...	96
Número de viviendas en la ciudad de Puerto Maldonado		18000	18000	18000	...	18000
<b>(-) B. Egresos</b>	3493500	96400	96400	96400	...	96400
<b>B.1 Costos de inversión</b>	3493500					
camiones compactadoras de 14 m <sup>3</sup> (6 unidades)	3300000					
Contenedores de residuos sólidos (40 unidades)	32000					
moto carga de 3 ruedas (10 unidades)	150000					
Escobas de limpieza	1500					
Uniformes especiales	10000					
<b>B.2 Costos de operación y mantenimiento</b>		86400	86400	86400	...	86400
Pago de personal de limpieza <sup>3</sup> (120 personas)		14400	14400	14400	...	14400
Personal de supervisión <sup>4</sup> (5 personas)		72000	72000	72000	...	72000
<b>B.3 Costos de capacitación</b>		10000	10000	10000	...	10000
Difusión y capacitación en colegios y medios publicitario <sup>5</sup> (educación ambiental)		10000	10000	10000	...	10000
<b>(=) Flujo caja neto</b>	<b>-3493500</b>	<b>1631600</b>	<b>1631600</b>	<b>1631600</b>	<b>...</b>	<b>1631600</b>

Fuente: Elaboración propia con base a las proyecciones y DAP estimada

<sup>3</sup> Los factores de corrección lo determina la Dirección General del Sistema nacional de Inversión Pública. Se entiende por mano de obra no calificada a aquellos trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución no requiere de estudios ni experiencia previa, por ejemplo: jornaleros, cargadores, personas sin oficio definido, entre otros. El precio social de la mano de obra no calificada resulta de aplicar un factor de corrección o de ajuste al salario bruto o costo para el empleador de la mano de obra (costo privado). Los factores de corrección son los siguientes según la ubicación. En la Región Selva urbano es de 0.63.

<sup>4</sup> Se entiende por mano de obra calificada a aquellos trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución requiere de estudios y/o experiencia previa. El factor de Corrección es de 0.91.

<sup>5</sup> La publicidad y la capacitación se considera como bienes no transables con un factor de descuento de 0.847.

*Beneficios económicos por mejorar la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Puerto Maldonado.*

Tabla 6. flujo de caja proyectado con la dap y costos de inversión, operación y mantenimiento el programa de mejoramiento  
(En Soles y a precios sociales)

Rubros / Años	0	1	2	3	...	10
<b>(+) A. Ingresos</b>		1728000	1728000	1728000	...	1728000
Precio (S/. 8 mensual según DAP)		96	96	96	...	96
Número de viviendas en la ciudad de Puerto Maldonado		18000	18000	18000	...	18000
<b>(-) B. Egresos</b>	2902749.15	83062	83062	83062	...	83062
<b>B.1 Costos de inversión</b>	2902749.15					
camiones compactadoras de 14 m <sup>3</sup> (6 unidades)	2741970					
Contenedores de residuos sólidos (40 unidades)	26588.8					
moto carga de 3 ruedas (10 unidades)	124635					
Escobas de limpieza	1246.35					
Uniformes especiales	8309					
<b>B.2 Costos de operación y mantenimiento</b>		74592	74592	74592	...	74592
Pago de personal de limpieza (120 personas)		9072	9072	9072	...	9072
Personal de supervisión (5 personas)		65520	65520	65520	...	65520
<b>B.3 Costos de capacitación</b>		8470	8470	8470	...	8470
Difusión y capacitación en colegios y medios publicitario (educación ambiental)		8470	8470	8470	...	8470
<b>(=) Flujo caja neto</b>	<b>-2902749.15</b>	<b>1644938</b>	<b>1644938</b>	<b>1644938</b>	...	<b>1644938</b>

#### **4. CONCLUSIONES**

En la ciudad de Puerto Maldonado el servicio de recojo de residuos sólidos es insuficiente, los pagos que realizan los habitantes por concepto de limpieza y jardines no cubren los costos de operación a esto se suma el incumplimiento de pago puntual por parte de algunos habitantes que llegó aproximadamente entre 30 a 40% por año año. Actualmente, no existe un plan o programa serio por parte de la Municipalidad Provincial de Tambopata que integre intereses entre la Municipalidad y los habitantes. Para implementar el plan de mejora se requiere realizar un análisis de costo-beneficio, y para ello se requiere la disponibilidad a pagar por implementar dicho plan. La disponibilidad a pagar de S/. 8.0 aproximadamente por implementar un plan o programa que ayude a mejorar el servicio de limpieza de residuos sólidos en la ciudad de Puerto Maldonado, dicho pago sería directamente a la Municipalidad para que los fondos sean utilizados para financiar los costos de inversión, de operación y mantenimiento. La disponibilidad a pagar depende significativa y positivamente del nivel de ingreso, del tipo de propiedad de la vivienda y en qué zona reside; por otro lado, la DAP depende significativa y negativamente del precio hipotético, tamaño del hogar y del tiempo que reside en la ciudad de Puerto Maldonado. Todas estas variables determinan la disponibilidad a pagar, se concluye que el programa de mejora de la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Puerto Maldonado es viable económicamente tomando los criterios de evaluación para un horizonte de 10 años, el VAN es positivo (S/. 7,653,899.87) y la relación beneficio costos es de 3.1, por lo tanto, el programa de mejora es factible, siempre y cuando la población pague puntualmente su tasa por concepto de limpieza.

## **5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

- Amoako-Tuffour, J., & Martínez-Espiñeira, R. (2012). Leisure And The Net Opportunity Cost Of Travel Time In Recreation Demand Analysis: An Application To Gros Morne National Park. *Journal Of Applied Economics*, 15(1), 25-49.
- Azqueta O., Diego (1994). Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Editorial Mc Graw Hill. Madrid
- Celis B. José (2014) “Valoración Económica del Parque Regional Municipal Cerro Chuiraxamolo de Santa Clara La Laguna, Sololá, Por medio del método de costo viaje”. Universidad De San Carlos De Guatemala. Tesis De Maestría En Economía Ambiental Y De Los Recursos Naturales.
- Chae, D. R, Wattage, P., y Pascoe, S. (2012). Recreational Benefits From A Marine Protected Area: A Travel Cost Analysis Of Lundy. *Tourism Management*, 33(4), 971-977. Comisión de Promoción Del Perú Para La Exportación Y El Turismo – Promperú. Primera Edición - Agosto 2015.
- Czajkowski, M., Giergiczny, M., Kronenberg, J., Y Tryjanowski, P. (2014). The economic recreational value of a white Stork Nesting Colony: A case of ‘Stork Village’ in Poland. *Tourism Management*, 40, 352-360.
- Escobar, Luis Alfonso (2009) Valoración Económica de los Beneficios Sociales del Ecoparque Urbano Lago de las Garzas en Cali. Colombia
- Escobar, L. A., & Erazo, A. (2006). Valoración económica de los servicios ambientales del bosque de Yotoco: Una Estimación Comparativa de Valoración Contingente y Coste de Viaje. *Gestión y Ambiente*, 9(1), 25-38.
- Flores, Eduardo (2006) “Valorización económica de las islas de la Reserva Nacional del Titicaca, aplicando el método del costo de viaje” Lima.
- Glave, M., & Pizarro, R. (2001). Valoración económica de la diversidad biológica y servicios ambientales en el Perú. *Proyecto Inrena/Biofor*.

- Herman, S., Samdin, Z., Ramachandran, S. S., Shuib, A., Ajanovic, E., Caber, M., Y Yilmaz, Y. (2014). The Recreational Economic Value Of Agro Technology Park, Cameron Highlands, Malaysia: An Application Of The Travel Cost Method. In *International Antalya Hospitality Tourism And Travel Research Conference Proceedings, Antalya, Turkey, 9-12 December 2014*. (Pp. 197-205). Akdeniz University, Tourism Faculty.
- Hotelling, H., 1948. Letter To The National Park Services In Economics Of Outdoor Recreation - The Prewitt Report, Citado Por Bockstael, N And Strand, I. Measuring The Benefits Of Water Quality Improvements Using Recreation Demand Models. Vol II E.P.A. University Of Maryland. 1989. Disponible en:  
<http://Media.Peru.Info/Impp/2014/Perfil-Turista-Extranjero/Perfil-Del-Turista-Extranjero-2014.Pdf>
- Kunze, V. (1998). Estimación de la demanda por recursos naturales. Método del costo del viaje: Lago Llanquihue. Seminario de Tesis. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad De Chile.
- Mayer, M. (2014). Can Nature-Based Tourism Benefits Compensate for the Costs Of National Parks? A Study of The Bavarian Forest National Park, Germany. *Journal Of Sustainable Tourism*, 22(4), 561-583.
- McConnell (1985) The Economics Of Outdoor Recreation », En Kneese, A. Y Sweeney, J. L. (Eds.), Handbook Of Natural Resource And Energy Economics, Elsevier Science Publishers.
- McConnell, (1985) «The Economics Of Outdoor Recreation », En Kneese, A. Y Sweeney, J. L. (Eds.), Handbook Of Natural Resource And Energy Economics, Elsevier Science Publishers.
- Ramírez R, Tito (2013) “Valoración Económica Del Parque Regional Municipal Cerro Chiraxamolo De Santa Clara La Laguna, Sololá, Por Medio Del Método De Costo Viaje”. Universidad De San Carlos De Guatemala. Tesis De Maestría En Economía Ambiental Y De Los Recursos Naturales.

Riera, P. (1994). Manual De Valoración Contingente. Elaborado Para El Instituto De Estudios Fiscales. Departamento De Economía Aplicada. Universidad Autónoma De Barcelona. España.

Voke, M., Fairley, I., Willis, M., Y Masters, I. (2013). Economic Evaluation Of The Recreational Value Of The Coastal Environment In A Marine Renewables Deployment Area. *Ocean & Coastal Management*, 78, 77-87.