



Artículo original / Original article

Valoración contingente para estimar la disponibilidad de pagar de los habitantes de Puerto Maldonado por el tratamiento de aguas residuales

Contingent valuation to estimate the willingness to pay of the inhabitants of Puerto Maldonado for wastewater treatment

Raúl Huamán-Cruz ^{1*} 

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado - Perú

Recibido: 12/08/2023

Aceptado: 10/09/2023

Publicado: 20/12/2023

Autor de correspondencia: rhuaman@unamad.edu.pe

Resumen: El presente estudio se centra en la evaluación del valor que los habitantes de Puerto Maldonado asignan al tratamiento de aguas residuales en su localidad, para lo cual aplicamos el método de valoración contingente (MVC) por medio de encuestas a la población usuaria del servicio de alcantarillado, en tal sentido, se encuestaron a 384 habitantes con preguntas cerradas acerca de su disponibilidad a pagar por el tratamiento de aguas residuales. Los datos se procesaron por el método logit; así, se obtuvo que la DAP (disposición a pagar) que representa la cantidad de dinero máxima que una persona pagaría por un determinado bien público, sería aproximadamente S/. 8,35 por cada habitante, asimismo, el estudio reflejó una clara incidencia de factores socioeconómicos tales como el nivel educativo, ingresos económicos y percepción ambiental en la decisión de la disponibilidad de pagar por el servicio evaluado.

Palabras clave: Aguas residuales; valoración contingente.

Abstract: The present study focuses on the evaluation of the value that the inhabitants of Puerto Maldonado assign to wastewater treatment in their locality, for which we apply the contingent valuation method (CVM) through surveys of the user population of the sewage service. In this sense, 384 inhabitants were surveyed with closed questions about their willingness to pay for wastewater treatment. The data were processed using the logit method; Thus, it was obtained that the WTP (willingness to pay), which represents the maximum amount of money that a person would pay for a certain public good, would be approximately S/. 8.35 for each inhabitant. Likewise, the study reflected a clear incidence of socioeconomic factors such as educational level, economic income and environmental perception in the decision of willingness to pay for the evaluated service.

Keywords: Wastewater; contingent valuation

1. Introducción

Actualmente el mundo enfrenta graves problemas derivados de la disminución de las fuentes de agua dulce asequibles, la escasez del recurso y el inadecuado uso del agua potable; los principales factores que intensifican estos problemas son el crecimiento poblacional y la desigual distribución de los habitantes en áreas urbanas y rurales; se calcula que, aproximadamente el 80 % de las personas habitan en las urbes haciendo uso del agua potable generando residuos de tipo doméstico e industrial. En cuanto a la disponibilidad del recurso, se estima que alrededor del 1 % del agua en el mundo es de fácil acceso para el hombre ya que la mayor parte de este recurso se deposita en los océanos, los glaciales y los polos (Anaya et al., 2022), asimismo, se calcula que el 70 % del agua dulce o potable es utilizada en la agricultura (Velasco-Cruz et al., 2023). Las condiciones de disponibilidad del recurso, nos llevan a vislumbrar un futuro con mayores problemas si no se toman acciones en cuanto al mejoramiento de la distribución del recurso y la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales eficientes y sostenibles. En los últimos años del siglo anterior, diversos gobiernos, entidades de investigación y organizaciones no gubernamentales han estado analizando la forma de resolver la problemática de la disposición y tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico, agrícola e industrial (Centeno, 2019); en tal sentido, se considera una filosofía de gestión de aguas residuales que no solo implica la reutilización del recurso, sino la recuperación de subproductos tales como energía y diferentes nutrientes en una política de saneamiento sostenible (Solano et al., 2022). A nivel nacional, según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, las Entidades Prestadoras de Servicios (EPS) de Saneamiento se encuentran cubriendo el 69,65 % de la demanda del servicio en las urbes, asimismo, solo el 32% de las aguas residuales descargadas al sistema de alcantarillado público reciben un tratamiento previo (Cáceres et al., 2021), estas cifras reflejan que en nuestro país es de suma importancia trabajar en los aspectos de disponibilidad del agua potable y el tratamiento de aguas residuales para el desarrollo sostenible de las actividades económicas humanas. A nivel de la amazonia peruana, el deterioro de la calidad del agua disponible para la población, es un problema crítico, que se agudiza con la sobrepoblación, la inadecuada distribución territorial de las actividades productivas, la deficiencia de tratamientos de aguas residuales, inadecuada gestión de residuos, el auge de actividades extractivas contaminantes entre otros (Ibana-Lopez et al., 2021). Ante la problemática detallada líneas atrás, es imprescindible preguntarnos si la población en Puerto Maldonado estaría dispuesta a pagar por un sistema de tratamiento de aguas residuales; para tales efectos, la valoración contingente (MVC) constituye un método ideal de evaluación basado en la teoría del bienestar de Hicks, mediante el cual, podemos determinar el valor económico que los individuos otorgarían a diversos cambios destinados al bienestar ambiental global (Miranda-Torres et al., 2021). Este método, utiliza como instrumento entrevistas y/o encuestas en las cuales se le pregunta al individuo por su disposición máxima a pagar mostrándole un escenario de un mercado hipotético (Sandoval et al., 2021). La valoración de la disponibilidad a pagar por el servicio es trascendente, para la correcta formulación de proyectos de inversión adecuados a la realidad de la comunidad (Rodríguez & Castro, 2022). Ante lo mencionado líneas atrás, el presente estudio se centra en evaluar la disponibilidad de pagar por el tratamiento de aguas residuales de los habitantes de Puerto Maldonado mediante el método de valoración contingente que servirá como un importante antecedente para plantear efectivamente un sistema de tratamiento de aguas residuales en Madre de Dios.

2. Materiales y métodos

2.1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizó en la ciudad de Puerto Maldonado, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios-Perú.

2.2. Metodología

Dado que el presente estudio evalúa la disponibilidad de la población a pagar por un servicio que minimiza el impacto ambiental de las actividades humanas, se planteó utilizar la metodología de valoración contingente, aplicada en estudios ambientales recomendada por Melo-Guerrero et al. (2022); Sarmiento et al. (2022); Petersson et al. (2022) y Tudela-Mamani et al. (2023) entre otros investigadores.

Se escogió la metodología de valoración contingente por su cualidad de alta flexibilidad en la valoración de diversos bienes públicos y situaciones por medio del formato referéndum, en el cual, el sujeto encuestado puede decidir si está dispuesto o no, a pagar una cantidad determinada para su accesibilidad a los beneficios de un determinado plan de mejoras propuesto. En el presente estudio, el método de valoración contingente nos permitió calcular la cantidad promedio de los hogares en Puerto Maldonado que estarían dispuestos a pagar por evitar el deterioro ambiental de los ríos Madre de Dios y Tambopata; para tales efectos, se planteó un escenario hipotético en el cual se refleja el mejoramiento de la calidad ambiental de los cuerpos de agua mencionados mediante la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Por otra parte, en el presente estudio se calculó también la disponibilidad monetaria a pagar por la población (DAP) por medio del modelo logit el cual se basa en una probabilidad logística acumulativa.

El modelo general para el presente estudio incluye:

$$\text{Prob}(\text{SI}) = \beta_1 + \beta_2 \text{PREC} + \beta_3 \text{ING} + \beta_4 \text{EDU} + \beta_5 \text{CONT} + \beta_6 \text{DIST} + \beta_7 \text{ENF} + \beta_8 \text{GEN} + \beta_9 \text{CF} + \beta_{10} \text{EDAD} + \text{PER} + \mu_1$$

La variable dependiente Prob (SI) representa si el individuo está dispuesto a pagar por el servicio de tratamiento de aguas residuales, esta variable depende del precio hipotético a pagar (PREC), un conjunto de características ambientales tales como contaminación (CONT), distancia (DIST), enfermedades (ENF), así como una serie de características socioeconómicas: ingreso (ING), educación (EDU), género (GEN), cantidad de hijos (CF) edad (EDAD) y percepción ambiental (PER). En la Tabla 1, se muestra la forma de identificación de variables estudiadas.

Tabla 1. Identificación de variables.

Variable	Representación	Explicación	Cuantificación
Probabilidad de responder SI	Prob(SI)	Variable dependiente de tipo binario, que representa la afirmación o negación de pagar por el servicio estudiado	1: si el entrevistado responde afirmativamente. 0: si el entrevistado responde negativamente
Precio hipotético	PREC	Variable independiente continua que representa el precio hipotético a pagar	Número entero
Contaminación	CONT	Variable independiente categórica que representa la percepción de indicios de contaminación	3: constante 2: temporal 1: no existe
Distancia	DIST	Variable categórica ordenada que representa la distancia de los emisores de contaminación a las viviendas de los encuestados	4: más de 6 cuadras 3: entre 4 a 6 cuadras 2: entre 1 a 4 cuadras 1: menos de una cuadra
Enfermedades	ENF	Variable independiente binaria que representa el padecimiento de enfermedades vinculadas a la contaminación durante el último año en la familia	1: si hubo enfermedades 0: no hubo enfermedades
Educación	EDU	Variable independiente categórica ordenada que representa el nivel educativo del entrevistado	1: primaria, 2: secundaria, 3: superior técnica, 4: superior universitaria, 5: posgrado
Ingreso	ING	Variable independiente categórica ordenada que representa al ingreso económico total del jefe de hogar	1: menos de S/ .700 2: entre S/ .701 a S/ .1000 3: entre S/ .1001 a S/ .1500 4: más de S/ .1500
Genero	GEN	Variable independiente binaria que representa el género del entrevistado	1: varón 2: mujer
Edad	EDAD	Variable independiente categórica ordenada que representa la edad cronológica del entrevistado	1: de 17 a 25 años 2: de 26 a 35 años 3: de 36 a 45 años 4: de 46 a 55 años 5: de 56 a 89 años
Carga familiar	CF	Variable independiente binaria que representa la existencia de hijos menores a 18 años que viven en el hogar del entrevistado	1: si tiene hijos menores a 18 años 2: no tiene hijos menores a 18 años
Percepción ambiental	PER	Variable independiente categórica que representa la percepción de la contaminación del río Tambopata	1: no contaminado 2: contaminado 3: muy contaminado

2.3. Análisis de datos

Para realizar el análisis de los resultados de trasladó la información recopilada al software estadístico Stata 14, a través del cual se realizaron los análisis de estadística descriptiva con las variables de estudio y la regresión logit como modelo econométrico para la estimación de la disposición a pagar.

3. Resultados y discusión

3.1. Disposición a pagar por el servicio de tratamiento de aguas residuales

Los resultados de la disponibilidad a pagar de la población por el servicio de tratamiento de aguas residuales se muestran en la Figura 1.

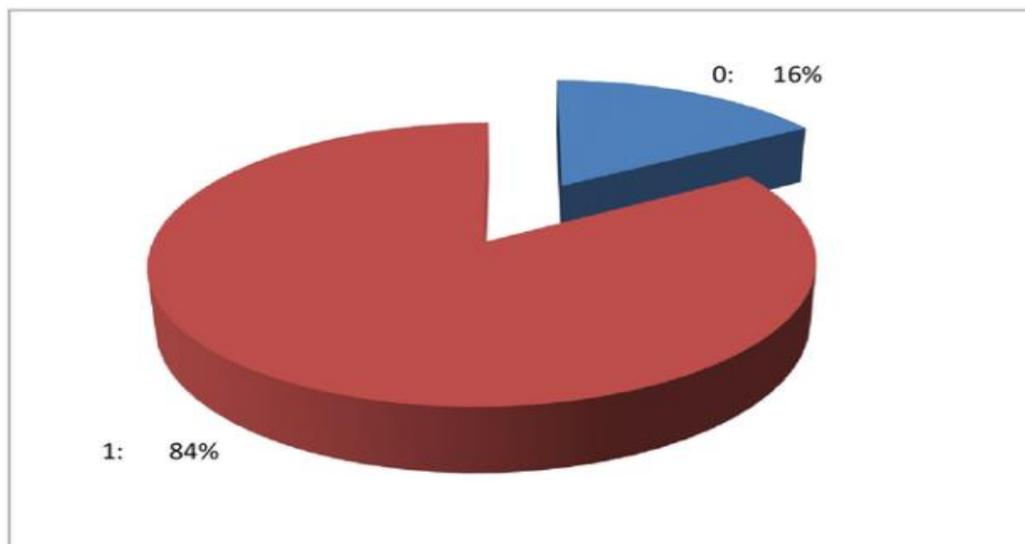


Figura 1. Disponibilidad a pagar de la población por el servicio de tratamiento de aguas residuales.

Los resultados mostrados en la Figura 1 evidencian que el 84 % de los encuestados estarían dispuestos a pagar por el servicio de tratamiento de aguas residuales, más el 16 % no estarían dispuestos a hacerlo, debido en la mayoría de los casos por no contar con los recursos económicos necesarios.

Por otra parte, en la Tabla 2 se muestra que se realizaron 384 observaciones en las cuales se plantearon los precios hipotéticos de S/. 1,00, S/. 3,00, S/. 5,00, y S/. 10,00, en base a otros estudios similares.

Tabla 2. Resultados de los análisis descriptivos de las características socioeconómicas generales en la disposición a pagar por el servicio de tratamiento de aguas residuales.

Variable	Observaciones	Mean	Std Dev	Min	Max
Prob(SI)	384	0,8359375	0,3708154	0	1
PREC	384	4,75	3,349136	1	10
CONT	384	1,507813	0,5309643	1	3
DIST	384	3,309896	0,8940219	1	6
ENF	384	1,3125	0,512252	0	2
EDU	384	2,8125	0,991478	1	6
ING	384	1635,417	924,2573	600	8000
GEN	384	1,294271	0,4563088	1	2
EDAD	384	2,708333	1,005641	1	5
CF	384	3,07313	0,9041557	0	6
PER	384	2,015625	0,3385819	1	3

Los resultados mostrados en la Tabla 2, en la estimación del primer modelo, se evidencian que las variables de mayor significancia fueron el precio hipotético, la edad del entrevistado y su nivel educativo.

Tabla 3. Prueba estadística de las variables socioeconómicas evaluadas en los habitantes de Puerto Maldonado, Madre de Dios.

Variable	Coef	Std err	Z	P>Z	95 % conf	intervalo
PREC	-0,1388359	0,0459698	-3,02	0,003	-0,228935	-0,0487367
CONT	0,0276126	0,2952008	0,09	0,925	-0,5509705	0,6061956
DIST	-0,3458527	0,1776609	-1,95	0,052	-0,6940616	0,0023562
ENF	0,4327203	0,3134856	1,38	0,167	-0,1817002	1,047141
EDU	0,5241599	0,1888114	2,78	0,006	0,1540964	0,8942234
ING	0,0002536	0,0002416	1,15	0,294	-0,0002198	0,000727
GEN	0,1180635	0,3427246	0,34	0,73	-0,5536644	0,7897914
EDAD	-0,357009	0,1597311	-2,24	0,025	-0,6700763	-0,0439418
CF	-0,0237235	0,207485	-0,11	0,909	-0,4303866	0,3829395
PER	0,4316087	0,461461	0,94	0,35	-0,4728382	1,336056
Cons	1,174891	1,534955	0,77	0,444	-1,833565	4,183346

Por otra parte, en la Tabla 3, se puede observar que contaminación, género y carga familiar fueron menos significativas, por lo cual, se procedió a evaluar nuevamente la regresión excluyendo las variables de menor significancia.

Tabla 4. Variables socioeconómicas y percepción ambiental por el tratamiento de aguas residuales.

Variable	Coef	Std err	Z	P<Z	95 % conf	intervalo
PREC	-0,1023328	0,0406957	-2,51	0,012	-0,1820948	-0,0225708
ING	0,0004116	0,0001945	2,14	0,032	-0,0000354	0,0007977
GEN	0,181752	0,3178934	0,59	0,556	-0,4358845	0,8102348
PER	0,8401822	0,4301822	1,95	0,051	-0,0029595	1,683324
Cons	-0,4084604	0,947369	-0,43	0,666	-2,26527	1,448349

En la tabla 4 se observa un valor de $p < Z$, de 0,012 para la variable precio, lo que significa que el precio se relaciona de manera inversa con la variable independiente de la probabilidad de responder positivamente, es decir que, si el precio por el tratamiento de aguas residuales aumenta, la probabilidad de responder afirmativamente por pagar por el tratamiento disminuiría. Por otra parte, el valor de $p < Z$, de 0,032 denota que, si el ingreso del jefe de familia en el hogar se incrementa, se incrementaría también la disposición a pagar por el tratamiento de aguas residuales.

Por otra parte, en el presente estudio se logró determinar un valor de DAP promedio de S/. 8,35.

4. Discusión

En el presente estudio se determinó que el 84 % de la población encuestada está dispuesta a pagar por el tratamiento de aguas residuales, determinado una DAP promedio de S/. 8,35; un estudio similar realizado por Tudela-Mamani (2017) en la localidad vecina de Puno, evidenció solamente

que el 60,81 % de los encuestados respondieron afirmativamente y una DAP promedio de S/. 4,38; asimismo, un estudio realizado por Rivera (2019) en Huancavelica, determinó que el 55 % de los encuestados tendrían la disponibilidad a pagar por el servicio de aguas residuales con una DAP de S/. 6,41. estas cifras son muy diferentes a las encontradas en el presente estudio, debido a ser una población con diferentes características socioeconómicas, ambientales y culturales.

Por otra parte, las variables significativas en la decisión de la población encuestada en el presente estudio fueron el precio hipotético, la edad y el nivel educativo. De manera similar, Tudela-Mamani (2017), identificó al presupuesto del hogar, el nivel educativo y la localización geográfica de la vivienda del encuestado como las variables significativas en la toma de decisión de la población, asimismo Rivera (2019), identificó a la variable educación como la de mayor significancia.

5. Conclusiones

La temática de la valoración económica de los recursos naturales y las probables alternativas de mitigar la contaminación están siendo altamente usados en diversos países bajo diferentes realidades. En el presente estudio, se logró valorar la disponibilidad de pagar de los habitantes de Puerto Maldonado por el tratamiento de aguas residuales, un tema de álgida importancia debido a la sobrepoblación identificada y las altas tasas de contaminación en la capital de la biodiversidad del Perú. Por otra parte, se lograron identificar las variables que presentan mayor significancia en la toma de decisiones de la población al pagar por el servicio de tratamiento de aguas residuales, en comparación con estudios similares, en Puno y Huancavelica, llegamos a la conclusión que a pesar de ser localidades con diferentes realidades socioeconómicas y culturales, es de gran relevancia el nivel educativo y la disponibilidad de recursos económicos para que la población decida de manera positiva por el servicio de tratamiento de aguas residuales en su localidad.

Financiamiento

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD. Por intermedio del Vicerrectorado de Investigación-VRI. Con Resolución 036-2016-UNAMAD-VRI, fondos concursables de apoyo a la investigación de docentes 2016.

Conflicto de intereses

No se presentan conflictos de interés.

Contribución de autoría

Conceptualización: Primer Autor

Metodología: Primer Autor; Segundo Autor

Administración del proyecto: Tercer Autor

Referencias bibliográficas

Anaya, F., Espinosa, E. N., Loayza, J. E., Zamudio, R. A., & Yáñez, M. A. (2022). Diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises claras para reuso como agua de riego. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 88(1), 52-62. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v88i1.375>

- Cáceres, D. K., Calisaya, G. M., & Bedoya-Justo, E. (2021). Eficiencia de *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio en la depuración de aguas residuales domésticas en Moquegua, Perú. *Ecología Aplicada*, 20(1), 83. <https://doi.org/10.21704/rea.v20i1.1692>
- Centeno, L. G. (2019). Efecto de un consorcio microbiano en la eficacia del tratamiento de aguas residuales, Trujillo, Perú. *Arnaldoa*, 26(1), 433-446. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26123>
- Ibana-Lopez, K., Sihuay-Perales, M., Garate-Quispe, J., Araújo-Florez, J., Herrera-Machaca, M., Alarcón Aguirre, G., & Rodriguez-Achata, L. (2021). Contaminación de agua superficial de la periferia urbana de Puerto Maldonado, al sureste de la amazonia peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(6), e20365. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i6.20365>
- Melo-Guerrero, E., Hernández-Ortiz, J., Valenzuela-Núñez, L. M., Valdivia-Alcalá, R., González-Juárez, A., & Luna-Cervantes, J. O. (2022). Disponibilidad a pagar por servicios turísticos en el Parque Nacional Los Mármoles, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(2). <https://doi.org/10.19136/era.a9n2.2858>
- Miranda-Torres, A., Revollo-Fernández, D. A., Beltrán-Morales, L. F., & Almendarez-Hernández, M. A. (2021). Valoración económica del servicio ecosistémico recreativo provisto por el tiburón ballena (*Rhincodon typus*, Smith, 1829) en la Bahía de La Paz, BCS, para la temporada de observación 2019-2020. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. <https://doi.org/10.24836/es.v31i58.1096>
- Petersson, M., Marrero, M., & Monzón, Y. (2022). La valoración económica de los servicios ecosistémicos culturales. Caso bahía de Matanzas. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 87-96.
- Rivera, L. (2019). *Valoración económica ambiental para el tratamiento de las aguas residuales en el río Ichu - Huancavelica*. [Tesis de pregrado, Universidad ESAN].
- Rodríguez, D. J., & Castro, R. M. (2022). Valoración de la cuenca Jequetepeque para proponer mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos en Perú. *región y sociedad*, 34, 1655. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1655>
- Sandoval, D. A., Córdova, A., Cervantes, E., Cervera, L. E., & Reyes, A. Y. (2021). Valoración económica de la multifuncionalidad de los parques urbanos. *Revista de Economía*, 38(96), 93-123. <https://doi.org/10.33937/reveco.2021.176>
- Sarmiento, M., Bruno, C., & García, J. (2022). Willingness to pay to conserve provisioning ecosystem services in native forests in Santiago del Estero, Argentina. *Investigación Agraria*, 24(1), 14-22. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2022.junio.2401705>
- Solano, V., Centeno, E., & Vidal, P. (2022). Cierre de ciclos de nutrientes y generación de energía por medio del tratamiento anaerobio de las aguas residuales ordinarias: Estudio de caso en Las Juntas de Abangares, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 57(1), 1-29. <https://doi.org/10.15359/rca.57-1.1>
- Tudela-Mamani, J. W. (2017). Estimación de beneficios económicos por el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Puno (Perú). *Revista Desarrollo y Sociedad*, 79, 189-238. <https://doi.org/10.13043/dys.79.6>

- Tudela-Mamani, J. W., Hermoza-Gutiérrez, M. A., Montagne-Velásquez, R. A., Jiménez-Cutipa, A., Velásquez-Barbachán, J. P., Jimenez-Maldonado, I., Meza-Duman, R. A., Salas-Mercado, D., Yana-Neira, E. A., & Ramírez-Aruquipa, J. E. (2023). Valoración económica ambiental de la Bahía Interior de Puno mediante experimentos de elección. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 25(2), 99-108. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.509>
- Velasco-Cruz, A. L., Velasco-Velasco, V. A., Ruiz-Luna, J., Enríquez-del Valle, J. R., Martínez-Gutiérrez, A., & Guzmán-Sebastián, K. D. C. (2023). Efecto del uso de agua residual tratada sobre el suelo y cultivos forrajeros de *Chenopodium quinoa* Willd y *Zea mays* L. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 14(4), 874-888. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i4.6465>