

Derechos reservados de El Colegio de Sonora, ISSN 1870-3925

Valoración económica de bienes públicos: estudio de caso del río Lerma, La Piedad, Michoacán

Faustino Gómez Sántiz*
Hilda R. Guerrero García Rojas**

Resumen: el tramo del río Lerma, que atraviesa la zona metropolitana de La Piedad de Cabadas, Michoacán-Santa Ana Pacueco, Guanajuato, tiene una longitud de 12.8 km. Actualmente está convertido en un canal de desechos, que ha incidido en la aparición de fuertes problemas de salud pública. En este estudio se utilizó el método de valoración contingente y el modelo logit para determinar el valor económico total de este bien ambiental, y para analizar las variables de la decisión sobre la disposición a pagar una contribución para realizar mejoras, por parte de los beneficiarios de él. Dicho valor se estimó en más de 4 millones de pesos anuales, esto indica que de realizarse mejoras ambientales, la población se beneficiaría en la medida en que se lograra mitigar los efectos de la contaminación.

Palabras clave: valoración económica ambiental; modelo logit; disposición a pagar (DAP); río Lerma-Michoacán; bienes públicos.

* Maestro en geografía humana, El Colegio de Michoacán. Teléfono celular: (443) 173 0841. Vicente Guzmán #96, colonia Adolfo López Mateos, Morelia, Michoacán, C. P. 58180. Correo electrónico: gomezf@colmich.edu.mx

** Profesora-investigadora en la Facultad de Economía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Doctora en ciencias económicas por la Universidad de Ciencias Sociales, Toulouse I, Francia. Teléfono celular: (443) 186 7665. Cordillera 187, fraccionamiento Rincón de la Montaña, Morelia, Michoacán, C. P. 58350. Correo electrónico: hildaguerro@fevaq.net

Abstract: the section of the Lerma River that crosses the metropolitan area of La Piedad de Cabadas, Michoacán-Santa Ana Pacueco, Guanajuato, has a length of approximately 12.8 km. It has now become a waste channel which has impacted heavily on public health issues. In this study, the contingent valuation method and logit model were used to determine the total economic value of this environmental good, and to analyze decision variables on the willingness to pay for improvements by its beneficiaries. The total economic value is estimated at more than 4 million pesos annually. This indicates that if environmental improvements are made, the population would benefit to the extent that the environmental effects of pollution are mitigated.

Key words: environmental economic valuation; logit model; willingness to pay; Lerma River-Michoacan; public goods.

Introducción

En determinados escenarios, la valoración de bienes sin un mercado definido requiere la aplicación de técnicas como el análisis costo-beneficio. En estas circunstancias es necesario emplear las de preferencia declarada, entre las que se incluye el método de valoración contingente (MVC), que en la actualidad es el más difundido para medir el bienestar en casos de inexistencia de mercado, porque permite efectuar un análisis previo, de vital importancia, en ámbitos como el medio ambiente, la sanidad o el patrimonio histórico (Castellanos 2008). En todos ellos, el denominador común es la existencia de bienes no comercializados, que todos los sujetos pueden consumir íntegramente sin emitir señales de mercado respecto a su valoración individual, porque no pagan un precio personalizado por usarlos.

El caso del río Lerma, en el tramo que atraviesa a la zona urbana de La Piedad de Cabadas, Michoacán, y Santa Ana Pacueco, Guanajuato, considerado como un bien público, está convertido en un canal de desechos donde hay abundante basura, mal olor y mosquitos, que ha incidido fuertemente en la aparición de problemas de salud, so-

bre todo para quienes residen cerca de sus márgenes (Vargas 2010; Elizarrarás 2011).¹

En 1973, la Secretaría de Recursos Hídricos (hoy Comisión Nacional del Agua) realizó una obra de infraestructura para desviar el cauce del río con la finalidad de prevenir las inundaciones de las zonas ribereñas de La Piedad durante las crecientes. Esto condujo a la construcción de un canal de desvío de 2.8 km, cuyo funcionamiento permite el flujo regulado de agua hacia el meandro, es decir, hacia los 12.8 km del cauce del río, que atraviesa las áreas urbanas mencionadas. No obstante, la baja pendiente del meandro, de casi cero, impide el flujo constante del agua, y en épocas de sequía provoca encharcamientos. Pese a que se han controlado las descargas de aguas residuales de las actividades porcícolas, aún prevalecen cantidades importantes de desechos sólidos generados en el área, descargas residuales de ambas localidades y contaminantes que provienen de cuenca arriba, lo que lo ha convertido en un canal de desechos.

Hace décadas, antes de la reubicación de las granjas porcícolas, que estaban dentro de la zona urbana, cuyos desechos eran vertidos en el río, se registraban altas tasas de morbilidad asociadas a la gastroenteritis, fiebre tifoidea, hepatitis y neurocisticercosis, así como las alergias en las vías respiratorias y ojos, provocadas de manera indirecta por la gran cantidad de pesticidas usados para contrarrestar los efectos de los mosquitos² (Covarrubias et al. 2007; Rangel 2011). Derivado de lo anterior, surgió la demanda para la implementación de un sistema de saneamiento del río, la cual se atendió en el marco del área IV: Valoración económica, financiera y normatividad del proyecto denominado “Saneamiento del cauce natural (meandro) del río Lerma e integración del mismo a la dinámica urbana de La Piedad, Michoacán”, perteneciente a la modalidad Fondos Mixtos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y del Gobierno del Estado de Michoacán. Para efectuar esta valoración económica, se propuso aplicar el MVC para estimar la magnitud de los beneficios que proveería el bien ambiental una vez que se encontrara en condiciones óptimas para usarse.

¹ Para más detalles sobre las causas de la contaminación véase a Pérez (2006) y a Israde et al. (2006).

² Entrevista al médico Javier Saldaña Venegas, líder de la asociación civil Salvemos al Lerma, A.C, 2008.

El objetivo de este trabajo fue estimar el valor económico total (VET) del río Lerma, mediante el MVC, para conocer los valores que la sociedad le asigna al mejoramiento en la calidad ambiental de este bien público. Los resultados muestran que dicho bien público alcanza un valor monetario que permite justificar socialmente, desde una perspectiva económica, inversiones correctoras de los procesos de contaminación por causas antropogénicas. El mecanismo de mercado no resuelve un tipo de externalidad como la contaminación ambiental del río, por lo que se requiere la intervención del gobierno para la internacionalización de un costo ambiental.

Es importante recalcar que, como la valoración monetaria asignada al bien ambiental es instrumental, es decir, se circumscribe a una herramienta de gestión cuyo valor refleja de manera aproximada los costos de inacción en los que el recurso presenta características degradadas, la disposición a pagar (DAP) por la mejora ambiental no resolverá los problemas de contaminación ni garantizará un incremento en los niveles de bienestar de una población cuya capacidad económica se encuentra de por sí limitada.

Desde la economía ecológica, Norgaard (2010), Martínez y Roca (2001) y Daly (2004), y desde el neoinstitucionalismo, Ostrom (1990), North (1990), Coase (1960) y Williamson (2000) enfatizan la importancia de la gestión de los bienes públicos o comunes a partir de un enfoque multidisciplinario y multiescalar, donde el contexto del área (conformado por diversos grupos de interés) define las modalidades de provisión de los bienes y servicios que los ecosistemas proporcionan a la sociedad. Por lo tanto, las medidas de solución (o minimización) de los problemas ambientales observados *in situ* deberían partir de un marco institucional y en un ámbito socioecológico, ya que la contaminación del río no sólo la causan los grupos locales, sino que intervienen otros a lo largo de su gran caudal, por lo que la visión escalar comprendería a la cuenca hidrológica del Lerma-Chapala (Cotler et al. 2006).

Material y metodología de la investigación

Para la cuantificación monetaria de los recursos naturales existen algunas metodologías de valoración, cuyo desarrollo se ha basado en

diversas premisas, y que permiten valorar y analizar varios aspectos. Cada una posee instrumentos propios de análisis, tal como el diseño del cuestionario y su aplicación, la definición de la zona y de los elementos o individuos por estudiar. El MVC, a diferencia de otros, permite medir el cambio en el bienestar del individuo de forma directa, a través de su disposición a pagar, para bienes que no poseen precio en el mercado. Para la estimación de la DAP, se opta por la formulación sugerida por Hanemann (1984), porque es técnicamente mejor, ya que resulta más explícito el papel que juegan los cambios de bienestar en el proceso de decisión del individuo (véase figura 1).

Figura 1

Métodos de valoración económica ambiental

	Método	Descripción
Preferencia revelada	Costos evitados o inducidos	Establece el valor mínimo que las personas están dispuestas y pueden gastar en prevenir el daño en el ambiente
	Precios hedónicos	Especifica los precios implícitos con respecto a ciertas características que determinan su valor
	Costo de viaje	Provee información sobre el valor económico de oportunidades de recreación, las cuales son medibles con valores de mercado, a través de la suma de los costos de transporte y otros gastos de viaje
Preferencia declarada	Valoración contingente	Crea un mercado hipotético con el cual se busca la determinación del valor para un recurso (principalmente los naturales), que no poseen valores de mercado. Se les pregunta a los consumidores cuánto estarían dispuestos a pagar por mantener protegida un área determinada, o por reducir la contaminación de las aguas, por ejemplo

Fuente: elaboración propia, con base en Azqueta (1994) y Freeman (2003).

La metodología de valoración contingente

El MVC es directo, y busca estimar la función de utilidad de los individuos (Hanemann 1984), cuyas respuestas son comparables con las

obtenidas en mercados reales. La relación entre los indicadores de cambio en el bienestar (variación compensatoria y variación equivalente) y la disposición a pagar o a aceptar, se relacionan con un cambio en la provisión de un bien público (véase figura 2).

Figura 2

Relación entre las medidas de cambio en el bienestar
y la disposición (a pagar/a aceptar)

Caso	Situación contingente respecto a la provisión del bien	Cambio en el bienestar (mejora o desmejora)	Decisión (disposición a pagar o a aceptar)	Medida de equivalencia del cambio en el bienestar
1	Que se produzca un cambio en la situación original	Que el cambio conlleve a una mejora en el nivel de bienestar	Disposición a pagar debido a la mejora	Variación compensatoria
2	Que se produzca un cambio en la situación original	Que el cambio conlleve a una pérdida en el nivel de bienestar	Disposición a aceptar debido a la pérdida	Variación compensatoria
3	Que no se produzca un cambio en la situación original	Que el no cambio conlleve a una mejora en el bienestar	Disposición a aceptar por renunciar a la mejora	Variación equivalente
4	Que no se produzca un cambio en la situación original	Que el no cambio conlleve a una pérdida en el nivel de bienestar	Disposición a pagar por evitar la desmejora	Variación equivalente

Fuente: Cruz (2005).

El formato de pregunta utilizado para obtener la DAP es mediante la definición de una variable dicotómica (Arrow et al. 1993). McConnell (citado en Arcadio y García 2007, 147) señala que dicha variable sólo requiere un sí o no como respuesta, y no un estimado de lo que los consumidores tienen que pagar. Por lo que la formulación de la pregunta consiste en situar al individuo en un entorno similar al que encuentra cuando toma sus decisiones de consumo por lo

que, según Freeman (1993), se obtienen tasas de rechazos menores que con otros formatos, se reducen las posibilidades de respuestas de adivinación y el sesgo de punto de partida y la inducción de respuestas. Azqueta (1994) indica que la principal ventaja radica en que no crea incentivos para que el entrevistado tenga comportamiento estratégico.

Estimación del modelo

Para estimar el modelo se especifican dos, el primero consiste en realizar un análisis de regresión logística, y el que resulte significativo será el que se aplique para estimar la probabilidad de aceptar el pago. El segundo es el desarrollado por Hanemann (1984), que es una adaptación de la forma funcional lineal para estimar las medidas de bienestar, y es el que se utilizará para estimar la media de la DAP, mediante la definición de un modelo logit, que se empleará para determinar el VET.

$$DAP (\mu) = \frac{1 + e^{\alpha}}{\beta} \quad (\text{ecuación 1})$$

donde:

$$\alpha = dap (p) = -\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_i X_i + \varepsilon$$

$\beta = \beta_1$ (coeficiente de la variable del vector de pago)

X_i = variable del vector de pago

β_i = coeficiente de la variable X_i

X_i = vector de las variables que describen las características relevantes del individuo

Estimación de las variables que determinan la disposición a pagar

Uno de los objetivos de este artículo es determinar un modelo de utilidad, para estimar las preferencias de las personas con respecto al saneamiento del río Lerma, en la zona metropolitana La Piedad-Santa Ana Pacueco. La especificación de la función de utilidad de los individuos puede adoptar diversas formas funcionales, y posee dos

componentes: uno observable o sistemático y otro no observable o aleatorio; el primero incluye variables como la edad, el sexo y la actividad, que pueden influir en la decisión del individuo y, por ende, en su utilidad y el segundo, como el gusto, cuyo efecto no es posible predecir.

La estimación del modelo probabilístico dependerá de los supuestos que se hagan respecto de la distribución de los términos de error. Aquí se propone realizar la estimación con un modelo logit, por lo que se asume que la función de distribución acumulada sigue una distribución logística. Dicho modelo se inscribe en las llamadas regresiones sobre variables dummy o dicotómicas, que son las numéricas, usadas en el análisis de regresión lineal, para representar los subgrupos de la muestra en su estudio. En el diseño de la investigación, esta variable se utiliza a menudo para distinguir a diversos grupos del tratamiento. En el caso más simple, con valores 0 y 1; las dummy son útiles porque permiten utilizar una sola ecuación de la regresión para representar a grupos múltiples. El modelo logit se define a partir de la función de distribución (véase ecuación 2):

$$P_i = E(Y=X_i) = \frac{1}{1+e^{-Z_i}} \quad (\text{ecuación 2})$$

donde:

$$Z_i = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + m$$

β_0 = término constante

β_i = coeficiente de las variables X_i

X_i = vector de las variables que describen las características relevantes del individuo

m = término de error

Z_i = variable dependiente DAP (dummy)

Disposición a pagar por parte de la sociedad

Para calcular la disposición a pagar promedio, se tomó una función de utilidad lineal, donde la media de la DAP coincidió con la media-

na, y se obtuvo a través del ajuste del modelo logit, que entrega parámetros de estimación (α , β), por lo que la DAP promedio mensual individual ($DAPP_{mi}$) queda establecida como lo señala Hanemann (1989). Este autor indica que, dado que se espera que la disposición a pagar sea positiva, no debieran incluirse los valores negativos para calcularla, con lo que se define la integral positiva. La media y la mediana, de acuerdo con la definición de la función directa de utilidad lineal, coinciden y están dadas por $E(C) = C^* = \alpha / \beta$. La fórmula para estimar la DAP promedio se describe en la ecuación 1, y se reproduce aquí por conveniencia.

$$DAP (\mu) = \frac{1 + e^\alpha}{\beta} \quad (\text{ecuación 3})^3$$

En esta ecuación, el parámetro de la variable FONDO se refleja como β , estimada en α . La disposición a pagar promedio anual por persona resulta de la multiplicación $DAPP_{mi}$ por 12. La disposición a pagar total mensual ($DAPT_m$) se encuentra multiplicando la $DAPP_{mi}$ por el total poblacional del área de estudio. La disposición a pagar total anual ($DAPT_a$) se obtiene de la multiplicación entre la $DAPT_m$ por 12 (los meses del año).

Material

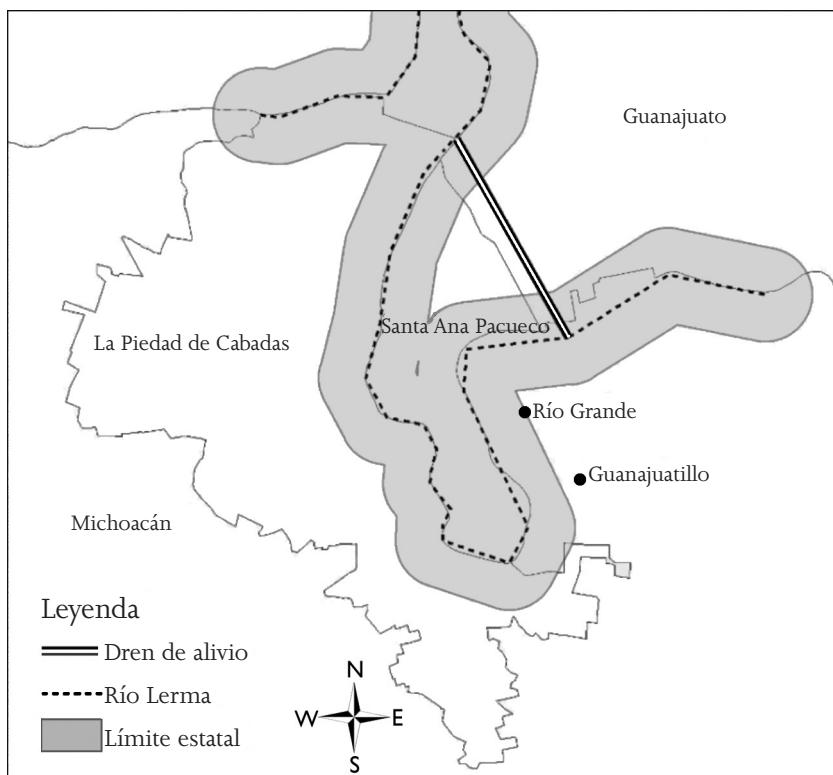
En esta investigación se emplearon diversos materiales; los más importantes fueron las encuestas, en las que las personas manifestaron su disposición a pagar a partir del planteamiento hipotético de una mejora en la calidad ambiental del meandro. Las encuestas fueron aplicadas en el área de estudio, y estuvieron dirigidas a los jefes de hogar⁴ (véase figura 3).

³ Es importante señalar que en esta ecuación se agrega la variable FONDO, como independiente, dado que se estima la media de la DAP que, a diferencia de la ecuación 2, estima su probabilidad.

⁴ Para conveniencia de los investigadores, se determinó un área de estudio que va de los márgenes del río a 600 metros dentro de La Piedad y de Santa Ana Pacueco, tal y como se muestra en el área sombreada en gris de la figura 3.

Figura 3

Área de estudio



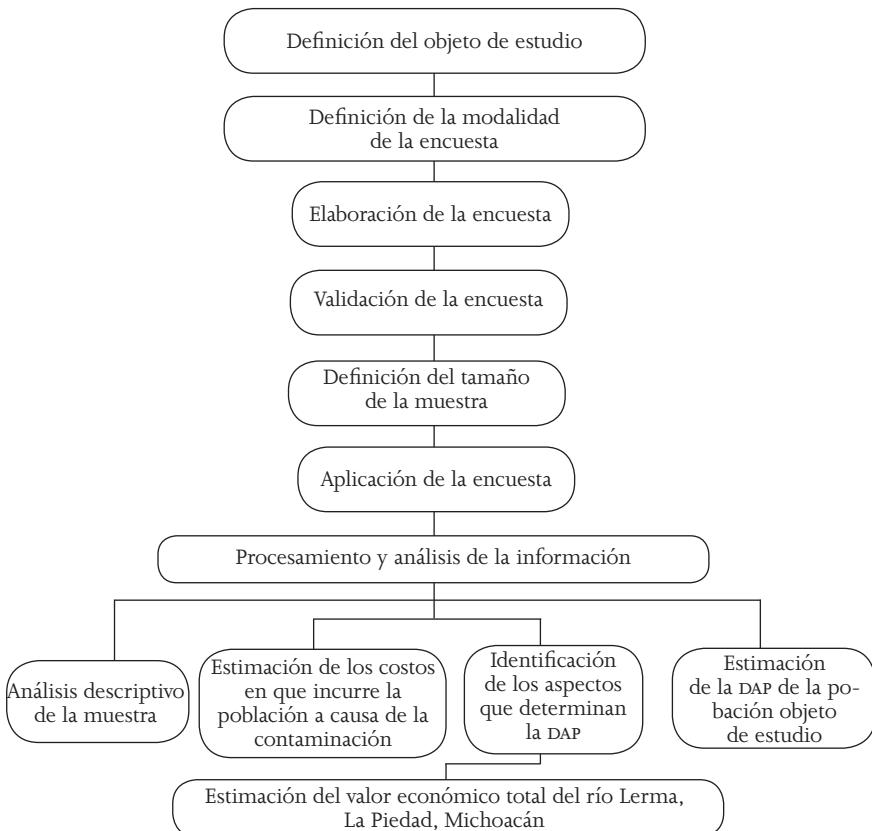
Fuente: elaboración propia.

De los dos municipios, La Piedad es el más importante, cuenta con una superficie de 271.59 km², su cabecera municipal es la ciudad de La Piedad de Cabadas, situada en la margen izquierda del río Lerma a los 20° 21' de latitud norte, y los 102° 01' de longitud oeste, su altitud es de 1 765 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 20 °C, con máxima de 35 °C y mínima de 2 °C, su clima es templado subhúmedo mesotermo, con veranos calurosos y estación invernal no definida. La precipitación anual media es de 850 mm, distribuidos en un periodo regular de lluvias de junio a septiembre; la máxima mensual media es de 660 mm; existe un promedio de casi 93 días de lluvia al año. Los vientos dominantes

provienen del suroeste, con velocidades máximas de 14.5 a 20 km (Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional 2004). En el II Conteo de población y vivienda 2005, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2005), en ambos centros urbanos se registraron 88 099 habitantes,⁵ de los cuales 28.52 por ciento vive en el área estudiada, donde se determinaron 6 167 hogares censales. Para el análisis estadístico de la mues-

Figura 4

Metodología general de la investigación



Fuente: elaboración propia.

⁵ En el censo 2010, la población total de la zona metropolitana fue de 93 375 habitantes, con 6 631 hogares censales.

tra se utilizó el software SPSS 17.0, el Eviews 6.0 y el IRIS 4.0-INEGI, para ubicar geográficamente la zona de estudio, y el mapa obtenido sirvió como marco muestral. En la figura 4 se describe, de manera general, el método seguido a lo largo de la investigación.

Caracterización socioeconómica

Para la recolección de los datos se realizó un muestreo aleatorio simple, proporcional al tamaño de cada área geoestadística básica (AGEB),⁶ correspondiente al área de estudio. Se consideró como elemento muestral a los jefes de familia; la muestra fue de 281⁷ hogares, extraída con un nivel de confianza de 95 por ciento y una representación de 4.5 del total. La selección del elemento muestral fue sistemático con arranque aleatorio.

En las figuras 5 y 6 se resumen las principales características socioeconómicas de la población, así como su percepción sobre la contaminación del río.⁸ Se consideró la mayor parte de las variables sobre percepción del medio ambiente y las socioeconómicas, para el modelo de estimación de la DAP. Sin embargo, en el análisis, no todas presentaron un nivel de significación estadística suficiente como para incluirlas dentro del modelo.

De la figura 5, cabe destacar la pregunta respecto a los principales problemas ocasionados por la contaminación. La gran mayoría afirmó que el más importante es la propagación de mosquitos, sobre todo en la temporada de calor, porque es cuando el flujo de agua del río se reduce al mínimo, además de que la pendiente de este tramo, el meandro, es casi cero, esto provoca el estancamiento del agua y, por

⁶ Las AGEB son subdivisiones de una localidad urbana en conjuntos que, por lo general, son de 25 a 50 manzanas, delimitadas por calles, avenidas, andadores, arroyos, cercas, veredas, límites prediales, cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios o comercial.

⁷ La fórmula empleada para determinar el tamaño de muestra, a un nivel de confianza de 95 por ciento, arrojó una de 275, pero por conveniencia se aplicaron 281 encuestas, para reforzar la representatividad de la población.

⁸ Los datos presentados en las figuras representan el porcentaje de la respuesta del entrevistado. En algunos datos, la sumatoria de cada variable puede no ser de 100%, debido a que algunos no respondieron a la pregunta planteada y se consideraron como valores perdidos.

Figura 5

Percepción sobre el medio ambiente y contaminación del río Lerma

Respuesta	Importancia del medio ambiente (%)	Respuesta	Conocimiento sobre la contaminación (%)	Respuesta	¿Le preocupa la contaminación? (%)
Extremadamente importante	56	Sí	96	Mucho	98
Muy importante	43	No	4	Poco	2
Importante	1			No le interesa	0
Respuesta	¿Quién debería sanear el río?	Respuesta	Problemas ocasionados por la contaminación %	Respuesta	¿Están los alimentos contaminados? %
Gobierno estatal	20	Propagación de mosquitos	59	Sí	80
Gobiernos municipales	17	Malos olores	36	No	19
Ciudadanos	12	Imagen negativa de la zona urbana	4	No sabe/no contestó	1
Entre todos	49	Devalúa el valor de la vivienda	1		
Otros	2				

Fuente: elaboración propia.

ende, la propagación de mosquitos. Asimismo, a los jefes de hogar se les preguntó si consideraban que los alimentos que se consumían en la zona podrían estar contaminados por el agua del meandro, 80 por ciento respondió positivamente. Lo anterior se debe a que localidades aledañas a las márgenes del meandro usan el agua del río para el riego en particular de hortalizas, cuya superficie cultivada se ubica, en su mayoría, en las localidades de Río Grande y Guanajuatillo (véase figura 3). Según los datos proporcionados por los entrevistados, estos cultivos son comercializados en La Piedad y Santa Ana Pacueco.

Respecto a los datos socioeconómicos, los ingresos de una gran parte de los hogares eran inferiores a 5 mil pesos mensuales. En cuanto al grado de escolaridad, el de la mayoría de los encuestados era igual o inferior a la secundaria (véase figura 6). Por otro lado,

66 por ciento de ellos había vivido en el área por más de 15 años, y 35 por más de 30. Por lo que la percepción de la contaminación del meandro está presente en la memoria de muchos de los habitantes, que la datan a inicios de 1970.

Figura 6

Datos socioeconómicos

Años de vivir en el hogar	Respuesta (%)	Número de integrantes en la familia	Respuesta (%)	Edad	Respuesta (%)
Entre 1 y 14	34	1 a 3	25.60	15 a 26	14
Entre 15 y 29	31	4 a 6	39.10	27 a 38	32
Entre 30 y 44	18	7 a 9	14.20	39 a 50	26
Entre 45 y 59	11	10 a 12	11.40	51 a 62	11
60 y más	6	13 a 15	1.10	63 a 74	13
		16 a 18	1.10	75 y más	4
		19 y más	6.80		
Escolaridad	Respuesta (%)	Ocupación	Respuesta (%)	Integrantes de la familia con ocupación	Respuesta (%)
Primaria	43	Hogar	41.30	1	70.80
Secundaria	25.60	Campesino	8.50	2	17.10
Bachillerato	12.10	Comerciante	17.40	3	5.70
Universidad	2.80	Construcción	7.80	4	2.10
Sin escolaridad	15.70	Empleado de gobierno	1.80	Entre 5 y 10	1.60
Otros	0.80	Obrero	8.90		
		Otros	14.20		
Estado civil	Respuesta (%)	Género	Respuesta (%)	Ingreso mensual (en pesos)	Respuesta (%)
Casado	79	Femenino	66	Menos de 3000	55.90
Soltero	11	Masculino	34	Entre 3000 y 5000	33.80
Viudo	8			Entre 5000 y 7000	6.40
Divorciado	2			Entre 7000 y 9000	1.10
				9001 y más	1.50
				No contestó	1.30

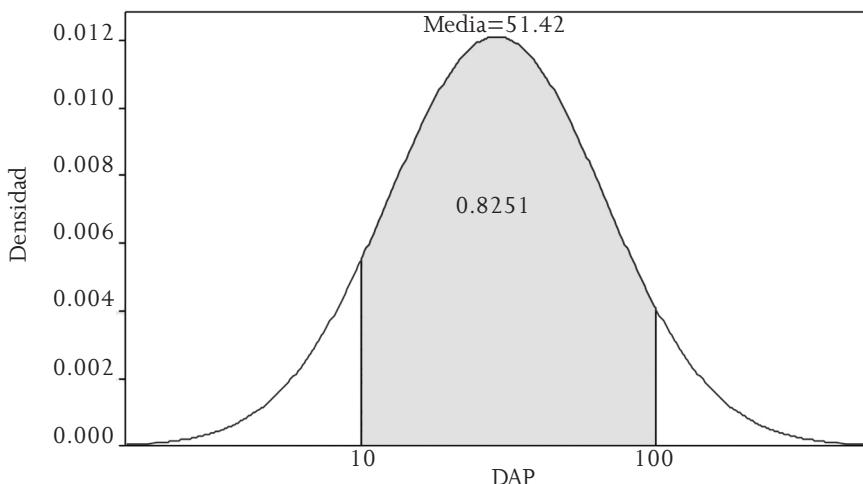
Fuente: elaboración propia.

Después de examinar las variables socioeconómicas, a los entrevistados se les preguntó cuál sería su DAP máxima, para realizar acciones correctoras que permitieran, en el mediano y largo plazo, mejorar las condiciones ambientales del río Lerma correspondiente al tramo que atraviesa la zona metropolitana de La Piedad-Santa Ana Pacueco.

De 137 observaciones, esta variable continua presenta una distribución normal con una media de 51.42 pesos y una desviación estándar de 32.98 pesos. Al observar la figura 7, dado que los datos recolectados presentan un valor mínimo de 10 y un máximo de 100,⁹ la probabilidad de encontrar cualquier valor dentro del rango mencionado es de 82.51 por ciento.

Figura 7

Curva de distribución normal de la DAP
Desviación estándar=32.98



Fuente: elaboración propia.

Determinación de las variables que influyen en la disposición a pagar

La estimación de la probabilidad de que un hogar esté dispuesto a pagar por mejoras en la calidad ambiental del río Lerma se hace mediante la estimación de un modelo logit. En éste, la variable dependiente (DAP) es dicotómica, y lo que se busca es determinar el

⁹ Se suprimieron uno o varios valores por ser atípicos en la variable DAP.

Figura 8

Variables analizadas en el modelo logit

Variable dependiente		Codificación	Tipo de variable
Disposición a pagar		1=Sí, 0=No	Binaria
Variable independiente		Codificación	
FONDO	Cantidad monetaria que el individuo está dispuesto a pagar, para realizar mejoras en la calidad del río	Ninguna	Continua
IMPMA	Importancia que tiene el medio ambiente para el entrevistado	1= no es muy importante , 2 = poco importante	Categorica
CAL_MEAN	Interés del individuo por la calidad ambiental del río	1= Sí, 0= No	Binaria
CONTALIMEN	Percepción del individuo sobre si los alimentos pueden estar contaminados a causa del río	1= Sí, 0= No	Binaria
Enfermedad	Afirmación o negación de enfermedad contraída por el individuo o algún integrante del hogar a causa de la contaminación	1=Sí, 0=No	Binaria
Usainsecticida	Uso de insecticidas en el hogar, debido a la propagación de mosquitos a causa de la contaminación	1= Sí, 0= No	Binaria
Años	Número de años que el individuo tiene viviendo en el hogar	1 = 1-14; 2=15-29	Categorica
Totalperson	Total de personas que viven en el hogar	1=1-3, 2=4-6, 3=7-9, 4=10-12	Categorica
Edad	Edad del entrevistado	1=15-26 , 2=27-38, 3=39-50, 4=51-62, 5=63-74, 6=75 y más	Categorica
Sexo	Sexo del entrevistado	1= masculino, 0= femenino	Binaria
Escolaridad	Grado de escolaridad del entrevistado	1= primaria, 2= secundaria, 3= bachillerato, 4= licenciatura	Categorica
Ocupación	Ocupación del entrevistado	1= campesino, 2= obrero, 3= comerciante, 4= empleado de gobierno	Categorica
Miembra	Número de personas que trabajan del total de integrantes en el hogar	Ninguna	Discreta
Ingreso	Ingreso promedio mensual de todos los individuos que trabajan en el hogar	1= menos de 3 000; 2= 3 001-5 000; 3= 5 001-7 000; 4= 7 001-9 000 5= 9 001-11 000; 6= 11 001-13 000; 7= 13 001-15 000; 8= 15 001-17 000; 9= 17 001-19 000; 10= 19 001-21 000; 11= 21 001-23 000; 12= 23 001-25 000; 13= 25 001-27 000; 14= 27 001-30 000; 15= 30 001 y más	Categorica

Fuente: elaboración propia.

impacto de las independientes sobre la probabilidad de aceptar o no el pago. La ecuación 2 puede reescribirse como:

$$P_i = \frac{1}{1+e^{-Z_i}} = \frac{e^Z}{1+e^Z} \quad (\text{ecuación 4})$$

La ecuación 4 representa la función de distribución logística (acumulativa). Aquí se estimó un modelo logit utilizando el método de selección stepwise para elegir las variables significativas que se incorporarían en el modelo final. Un primer intento incluyó sólo las variables continuas (edad, ingresos familiares, número de integrantes del grupo familiar); una segunda aproximación, las cualitativas (estado civil, ocupación, interés por el medio ambiente) (véase figura 8).

Una vez eliminadas las variables que no fueron relevantes para el modelo, se determinaron las que se incorporarían al modelo ajustado, donde se realiza el análisis e interpretación de los coeficientes. Las más significativas de la primera regresión fueron: a) ENFERMRL (contraída a causa de la contaminación del meandro); b) IMPMA (importancia del medio ambiente para la persona); c) USAINSECTICIDA (uso de insecticida en el hogar para repeler mosquitos a causa de la contaminación del río Lerma) y d) TOTPERSON (total de personas que habitan en el hogar). Con las anteriores se realizó otra regresión del modelo logístico, y se obtuvieron los resultados presentados en la figura 9.

Figura 9

Variables que afectan la DAP

Variable dependiente: DAP				
Método: regresión logística				
	Coeficiente	Desviación estándar	Estadístico z	Prob.
ENFERMRL	1.036168	0.281311	3.683354	0.0002
IMPMA	1.300782	0.286765	4.536053	0
TOTPERSON	0.198765	0.093878	2.117263	0.0342
USAINSECTICIDA	0.736522	0.299756	2.457071	0.014
C	-7.419091	1.273462	-5.825924	0
McFadden R ²	0.20192			
LR statistic	78.59935			
Prob(LR statistic)	0			

Fuente: elaboración propia.

Según este análisis de probabilidad, las variables más significativas y, por ende, las que más aportan al modelo son: **IMPMA** y **ENFERMRI**, seguidas de **USAINECTICIDA** y **TOTPERSON** con un menor grado de significancia. Así, el modelo que maximiza la probabilidad de encontrar una DAP positiva se construyó considerando sólo las variables seleccionadas (significativas), y es el siguiente:¹⁰

$$P_i = \left[y = \frac{1}{x} \right] = \frac{e^{(-\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4)}}{1 + e^{(-\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4)}} \quad (\text{ecuación 5})$$

donde:

β_0 = intercepto (constante)

β_1 = coeficiente de enfermedad contraída a causa de la contaminación

X_1 = ENFERMRI

β_2 = coeficiente de importancia que tiene el individuo hacia el medio ambiente

X_2 = IMPMA

β_3 = coeficiente del total de personas que habitan en el hogar

X_3 = TOTPERSON

β_4 = coeficiente de uso de insecticidas en el hogar

X_4 = USAINECTICIDA

Al agregar los coeficientes de las variables, obtenidos en la figura 9, a la ecuación 5, ésta queda definida como:

$$P_i = \left[y = \frac{1}{x} \right] = \frac{e^{(-7.42 + 1.04X_1 + 1.30X_2 + 0.199X_3 + 0.74X_4)}}{1 + e^{(-7.42 + 1.04X_1 + 1.30X_2 + 0.199X_3 + 0.74X_4)}} \quad (\text{ecuación 6})$$

El signo de los coeficientes de la ecuación 6 indica la dirección en que se mueve la probabilidad al aumentar la variable explicativa

¹⁰ Aquí se usa el presente modelo para medir los cambios en la probabilidad de la DAP por cambios en las variables independientes. No se usará para el cálculo de media de la DAP, porque en la regresión de la figura 9 no se incluyó la variable FONDO.

correspondiente, en este sentido la más importante es IMPMA, cuyo coeficiente tiene un valor positivo. Este resultado indica que incide de un modo muy positivo la probabilidad de aceptar el pago de una contribución mensual, para el saneamiento ambiental del meandro del río Lerma en el área metropolitana.

En cuanto a la variable ENFERMRL (de la persona entrevistada o de algún integrante del hogar), también aparece como relevante. El signo positivo del coeficiente asociado a ella refleja una DAP positiva de los hogares que han contraído alguna enfermedad, en la que muestran una mayor probabilidad de contribuir al fondo mensual para el mejoramiento en la calidad ambiental del río.

Por su parte, la variable TOTPERSON indica que en los hogares con más integrantes, la probabilidad de que contribuyan al fondo especial tenderá a ser mayor. La justificación de esto podría ser que cuando se incrementa el número de individuos en el hogar, habrá más contribuyentes al ingreso familiar. Sin embargo, al retomar la figura 6, se observa que en 70.80 por ciento de los hogares, sólo una persona aporta al ingreso familiar, por lo que su contribución se relaciona, en mayor medida, con el daño a la salud derivado de la calidad ambiental del río. El coeficiente de la variable TOTPERSON debería sugerir que entre menos individuos haya en un hogar, la probabilidad para pagar sería mayor, porque habría más gasto e ingreso per cápita y, por tanto, aumentaría la posibilidad de que hicieran una contribución al fondo especial y no a la inversa, tal como sugiere el modelo estimado. Así pues, el coeficiente de la variable TOTPERSON se justifica con lo siguiente: los hogares con mayor hacinamiento, son los que por lo general contraen alguna enfermedad a consecuencia de la contaminación y, por consiguiente, resulta ineludible la erogación en medicinas para tratarla. Entonces, si el hacinamiento es alto también será elevada la probabilidad de contraer alguna enfermedad debido a la contaminación. Así, la posibilidad de contribuir al fondo tenderá a aumentar dado que con el proyecto se pretende mejorar la calidad ambiental del río, y con ello reducir o eliminar la contaminación actual. De esta forma, la contribución de los hogares al fondo especial para el mejoramiento en la calidad ambiental del río representaría para ellos un incremento en su nivel de bienestar, pues una vez que el bien ambiental se encuentre en condiciones óptimas,

se reducirían las erogaciones en costos defensivos causados por la contaminación.

Así, ante cualquier modificación en los valores de las variables, la probabilidad de la DAP cambiará. Lo anterior puede demostrarse sustituyendo los valores reales otorgados por el individuo al modelo estimado en la ecuación 6. Si se sustituyen los valores para x_i^{11} se obtiene la ecuación 7.

$$DAP_i = [y=\frac{1}{x}] = \frac{e^{((-7.42+1.04*(1)+1.30*(5)+0.199*(6)+0.74*(1))}}{1 + e^{((-7.42+1.04*(1)+1.30*(5)+0.199*(6)+0.74*(1))}}} = 0.886 \text{ (ecuación 7)}$$

Al analizar la variable TOTPERSON (x_3), cualquier cambio en ella tenderá a alterar la probabilidad de aceptar la contribución al fondo especial. Para este caso, como son seis integrantes, la probabilidad de aceptar el pago es de 0.886. Cualquier modificación, por ejemplo, si fueran nueve, sería de 0.934. Si en el hogar entrevistado ninguno ha padecido alguna enfermedad a consecuencia de la contaminación, la probabilidad de que esté dispuesto a contribuir al fondo sería de 0.734, esto es 15.2 por ciento menos que si hubiera sufrido los estragos de la contaminación. En los hogares representados con la variable USAINSECTICIDA, la probabilidad de contribuir al fondo especial para mejorar la calidad ambiental del río sería positiva.

Finalmente, se observa que el valor del intercepto (constante) es negativo, lo que indica que algunos encuestados tenían una disposición a pagar negativa, resultado que es algo confuso pues se supone que la disposición a pagar por un bien cuya oferta es “excesiva” o simplemente no es de interés debería ser como mínimo cero. Según Baytelman (1996), surgen algunas explicaciones posibles a este hecho, por ejemplo que la obtención de una DAP negativa puede deberse a un problema de especificación, es decir, de la forma funcional lineal adoptada para la función de utilidad, o bien a que los individuos objetan el proyecto. También a que las personas no entendieron la pregunta o estaba mal planteada.

¹¹ Los valores sustituidos en X_i se tomaron de los reales, otorgados por el entrevistado número 83, seleccionado aleatoriamente. Los valores de cada variable son: DAP= 1; ENFERMRL= 1; IMPMA= 5; TOTPERSON= 6; USAINSECTICIDA= 1

Estimación de la disposición a pagar por mejoras en la calidad ambiental del río Lerma

La pregunta sobre disposición a pagar empleada en este caso corresponde al formato abierto, que se combina con el de subasta, con el fin de llegar a una valoración más reflexiva y aproximada. La referencia fundamental, en el cálculo de la media o la mediana en preguntas de este tipo, es la de Hanemann (1989; 1984). En este formato debe predeterminarse la forma de la función que se va a utilizar en el cálculo; para el presente estudio se supone una de utilidad lineal donde la media de la DAP coincide con la mediana, y se puede obtener a partir de la ecuación 1, en la que la variable FONDO queda incorporada formalmente. Una vez estimada dicha media, se cuantifica el VET del bien ambiental considerando la totalidad de hogares que habitan en el área de estudio.

$$DAP (\mu) = \frac{1+e^{\alpha}}{\beta} \quad (ecuación\ 7\ bis)$$

donde:

$$\alpha = dap (p) = -\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_i X_i + \varepsilon$$

$\beta = \beta_1$ (coeficiente de la variable del vector de pago)

X_1 = variable del vector de pago

β_i = coeficiente de la variable X_i

X_i = vector de las variables que describen las características relevantes del individuo

e = logaritmo neperiano

Planteamiento hipotético

Luego de interiorizar a los jefes de hogar entrevistados sobre el tema en estudio, se les planteó la posibilidad de llevar a cabo alguna de las mejoras ambientales propuestas en la figura 10 para sanear el meandro, y se les preguntó cuál de ellas preferirían.

Figura 10

Opciones para las mejoras ambientales

			Opciones para las mejoras ambientales
A	Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales, y aumentar la construcción de colectores marginales para impedir que los residuos se descarguen al río	C	Permitir que de nuevo el agua del río Lerma siga su cauce natural, y construir bordes en sus márgenes para prevenir inundaciones
B	Desviar el cauce del río para eliminar encharcamientos, y reforestar la parte de la zona urbana para uso recreativo	D	Otras

Fuente: elaboración propia.

Para reforzar el planteamiento hipotético de mejora ambiental se empleó material visual y una explicación breve de las opciones, para complementar la información y que así pudieran concebir la idea de cada una. Los resultados arrojaron que 55 por ciento de los individuos muestrados prefirió la codificada con la letra A; 24 optó por la alternativa C y 21 eligió la B. A partir de esto, se les planteó otra pregunta, según el supuesto de que la única forma de llevar a cabo la mejora ambiental que eligieron fuera contribuir a un fondo especial, lo que implicaría pagar una cantidad mensual, a lo que 38 por ciento respondió negativamente y 62 afirmó estar dispuesto a hacerlo. Los que manifestaron que sí estarían dispuestos a pagar, lo harían siempre y cuando se tradujera en beneficios para la sociedad. Dicha pregunta fue planteada hipotéticamente, es decir, que de realizar las contribuciones al fondo especial les permitiría, en algún momento, disfrutar de los beneficios que brindaría el meandro cuando estuviera en condiciones óptimas para su uso. La forma en que los hogares realizarían sus pagos destaca entre lo más importante: 66 por ciento lo haría mediante cargo a su recibo de agua, y 20 en el recibo de luz.

De los hogares entrevistados, 53.04 por ciento contribuiría al fondo especial porque desea usar el meandro como centro recreativo, 28.26 lo haría para disfrutarlo en algún futuro próximo y 18.70 sólo por el hecho de saber que existe. Al consultar sobre cuál sería la institución más adecuada para recibir el aporte, 41 por ciento respondió que el Servicio de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

miento sería la idónea, seguida por el gobierno municipal, con 20. En tercer lugar las organizaciones no gubernamentales, con 18, en cuarto lugar quedaron las universidades, con 14, y al final, otros, con 7.

Cuantificación monetaria de la disposición a pagar total

Una vez definidas las variables de decisión, se estima el valor de los coeficientes, que quedan así:

$$DAP=(\mu) = \beta_0 + \beta_1 (FONDO) + \beta_2 (IMPMA) + \beta_3 (TOTPERSON) + \beta_4 (USAINSEC) + \beta_5 (ENFERMRL)$$

Figura 11

Estimación de los coeficientes del modelo logit lineal dicotómico

Variable dependiente: DAP				
Muestra: 1 281				
Observaciones incluidas: 172				
Variables	Coeficiente	Desviación estándar	Estadístico z	Prob.
FONDO (β_1)	0.016575	0.01283	1.291879	0.1964
IMPMA(β_2)	2.812732	0.57967	4.852295	0
TOTPERSON(β_3)	0.561122	0.269704	2.080513	0.0375
USAINSEC(β_4)	1.14967	0.509712	2.255527	0.0241
ENFERMRL(β_5)	1.187598	0.560318	2.119507	0.034
C (β_0)	-14.20267	2.660062	-5.339225	0
McFadden R ²	0.436859	μ de la variable DAP		0.786127
LR statistic	78.45497	Avg. log likelihood		-0.292294
Prob(LR statistic)	0			

Fuente: elaboración propia.

Para calcular la medida de bienestar DAP (μ) se utiliza la ecuación 1 bis y se incorporan los valores de la figura 11, por lo que:

$$DAP (\mu) = \frac{1+e^{-8.48}}{0.0165} = 60.62 \quad (\text{ecuación 8})$$

donde:

$$\beta = DAP(p) = \sum((-14.206 + 1.19(ENFERMERL) + 2.81(IMPMA) + 0.561(TOTPERSON) + 1.14(USAINESECT) +))$$

$\beta = \beta_1$ (coeficiente de la variable FONDO de la figura 11)

e = logaritmo neperiano (2.71828182...)

Según los valores estimados en la figura 11, al aplicar la ecuación 1 bis, la media de la DAP mensual por hogar queda definida en 60.62 pesos, que al multiplicarlos por 12 meses arroja la DAP promedio anual por hogar cuyo monto asciende a 727.44 pesos. Luego, al considerar los 6 167 hogares, según datos del INEGI (2005), que corresponden al área de estudio, la DAP total anual es 4 486 122, que sería la máxima que erogarían para el saneamiento ambiental del río Lerma. Con estos valores se pueden calcular los de uso y no uso, para determinar el VET de la parte del río Lerma correspondiente a La Piedad de Cabadas y Santa Ana Pacueco.

Determinación del valor económico total

El valor económico de un recurso natural es una expresión monetaria de los beneficios que genera para la sociedad, aunque no necesariamente está ligado a su uso directo o indirecto, sino que también está basado en motivos altruistas, éticos y morales. Por tanto, el VET de un recurso natural está compuesto por valores de uso y de no uso. En el presente estudio, dado que el bien ambiental es público, sus modificaciones alterarán los beneficios que perciben los consumidores sobre él. Por lo que la valoración del recurso gira en torno a los beneficios que puede o pudiera proporcionar el bien público, una vez modificada su condición actual.

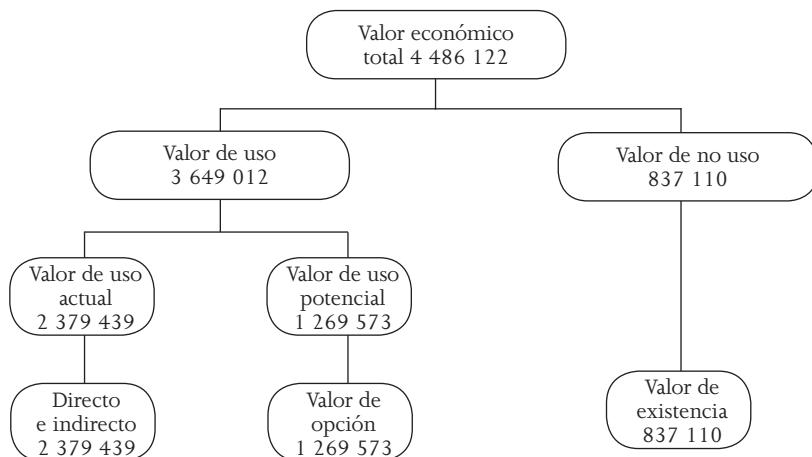
Al analizar el valor monetario que la sociedad le asigna al mejoramiento en la calidad del río Lerma, que es de 4 486 122 pesos anuales, más los antecedentes obtenidos a partir de la estadística descriptiva referida en el planteamiento hipotético (razones por las cuales el hogar contribuiría al fondo especial), se determinó que 53 por ciento de la aportación se asignaría al valor de uso actual, 28.3 al de opción y 18.70 al de existencia. Estos a su vez permiten determinar el VET del meandro, que se puede expresar como la suma de

los tres; el primero se deriva del uso real de los recursos naturales, en este caso del agua que, según Freeman (2003), se define como el valor económico asociado con el uso *in situ* de un recurso. Debido a la variedad de usos que incluye, éste a la vez se subdivide en valor de uso directo, indirecto y de opción. El valor de no uso o intrínseco se refiere al que está en la propia naturaleza de las cosas, pero a la vez está disociado del uso o incluso de la opción de usarlas; está dado por la sola existencia del recurso en los ambientes naturales y de sus atributos. Su existencia es independiente de la apreciación de las personas, no obstante su utilidad es captada a través de la revelación de las preferencias de los seres humanos.

El VET se pudo determinar después de conocer la proporción que le corresponde a cada valor de uso y no uso multiplicado por la DAP total. En la figura 12 se presentan esquemáticamente los valores otorgados a cada categoría, que conforma el valor económico total, presentado en términos monetarios.

Figura 12

Valor económico total del bien ambiental (en pesos)



Fuente: elaboración propia.

Puesto que el bien ambiental analizado es público, es claro que las personas le asignan un valor de uso al mejoramiento en la calidad ambiental del meandro, ya que 81.3 por ciento de los entrevistados así lo manifestó, lo cual revela el deseo y necesidad de recuperarla, no sólo para reducir los efectos negativos que trae consigo la contaminación, sino también para disfrutar de los servicios ambientales que el río pueda proveer una vez que se encuentre recuperado.

Conclusiones

En relación con la aplicación del método de valoración contingente, se aprecia la dificultad para elaborar el instrumento de recolección de información (la encuesta), como consecuencia del sesgo y desviaciones que se deben evitar en las respuestas. Por otra parte, el esfuerzo preliminar en el diseño de la encuesta y en la información del material que la conforma fue esencial para el éxito de la experiencia. En este caso, las ayudas visuales expuestas (fotografías y mapas) facilitaron la comprensión del mercado hipotético planteado, que consistió en tres propuestas del proyecto general, que se expusieron ante representantes de los tres órganos de gobierno en 2010. La primera, aislar al meandro de la dinámica fluvial del río, para lo que se obtendría agua de las plantas de tratamiento y se usaría la pluvial en presas reguladoras. La segunda, incorporar al meandro a la dinámica del río, y obtener el agua sólo de él. Y, la tercera, modificar el meandro, para crear un paseo ecológico fluvial, el agua provendría del propio río, fluvial y de las plantas de tratamiento, con lo que se logaría un mayor control en la cantidad y calidad del agua, un saneamiento permanente y la incorporación de 150 mil m² como corredor turístico, de esparcimiento deportivo. La exposición parece haber minimizado el posible sesgo de desinformación, sin embargo, lo anterior no impidió que las tasas de no respuesta sobre la disposición a pagar fueran altas.

El beneficio esperado, de llevarse a cabo proyectos ambientales, sería la reducción de los costos actuales en salud en que incurre la población a causa de la contaminación del meandro. Sobre lo anterior, los gobiernos locales han atendido, en parte, el problema que

provocan los desechos de las granjas porcícolas, y los han trasladado hacia áreas más alejadas de la zona metropolitana y del río. No obstante, el flujo constante de contaminantes arrastrados desde el alto Lerma no ha frenado la afectación que genera en las poblaciones que habitan en las márgenes.

Por lo anterior, si bien aquí la estimación de la DAP se aplicó en un área en particular, debería ampliarse a fin de obtener otras, y considerar no sólo lo que la población está dispuesta a contribuir a fin de mitigar la contaminación, sino también el rol de las principales unidades económicas que dañan la calidad del bien ambiental, por lo que su disposición a pagar (por ejemplo, mediante el cobro de impuestos) sería otro elemento por estudiar.

La disposición a pagar total obtenida aquí permitirá que los realizadores del proyecto de saneamiento ambiental del río Lerma, en La Piedad, cuenten con la información para la selección de los planes y la tecnología apropiados para sanear el río. Dado que la DAP otorgada no implica la contribución de la población, este valor refleja los beneficios sociales de implementar proyectos de mejora ambiental, ya que está vinculada con variables relacionadas a la contaminación, por lo que la mejora ambiental reduciría los costos defensivos que le causa a la población. El MVC resulta ser una herramienta potente en la valoración de recursos naturales que carecen de un precio de mercado, sin embargo, hay que comprender que el resultado obtenido a través de este método es sólo una aproximación a un precio real, ya que se está valorando una situación hipotética, cuyo valor monetario sería imposible obtener de otra manera.

Es importante recalcar que, como la valoración monetaria asignada al bien ambiental es instrumental, es decir, se circumscribe a una herramienta de gestión cuyo valor refleja de manera aproximada los costos de inacción en los que el recurso presenta características degradadas, la disposición a pagar por la mejora ambiental no resolverá los problemas de contaminación ni garantizará un incremento en los niveles de bienestar de una población cuya capacidad económica se encuentra de por sí limitada.

Puesto que las propiedades de un bien público, como el analizado, no generan rivalidad ni exclusión en el consumo, queda el cuestionamiento sobre la existencia actual de éstas, ya que en sus condiciones

iniciales el río era consumible para un porcentaje importante de los habitantes de sus riberas, pero al incrementarse el número de usuarios se intensificó el consumo, lo que provocó su degradación, en un periodo de más de treinta años. A medida que aumentaron los consumidores (uso industrial, agrícola, público urbano), la disponibilidad del agua en cantidad y calidad se redujo considerablemente, por lo que no podría hablarse de un bien público debido a la carencia de no rivalidad.

Recibido en abril de 2014

Aceptado en octubre de 2014

Bibliografía

- Arcadio Cerdá, José R., y Leidy García. 2007. Disposición a pagar por un mejoramiento en la calidad ambiental en el Gran Santiago, Chile. *Lecturas de Economía* 67: 143-160.
- Arrow, Kenneth, Robert Solow, Paul R. Portney, Edward E. Leamer, Roy Radner y Howard Schuman. 1993. Report of the NOAA panel on contingent valuation, National Oceanic and Atmospheric Administration. Washington, D. C.
- Azqueta, O. Diego. 1994. *Valoración económica de la calidad ambiental*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Baytelman, Y. 1996. Aplicación del método de valoración contingente al caso de la contaminación atmosférica en Santiago. Tesis de ingeniería comercial, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.
- Castellanos García, Pablo. 2008. Valoración contingente y futbol: la cuantificación de la disposición a pagar. *Revista Galega de Economía* 17.
- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. 2004. Caracterización y diagnóstico del ecosistema del

- río Lerma en el área de la Piedad Michoacán; enfocado a la formulación del Plan Maestro de Manejo y Saneamiento, Instituto Politécnico Nacional.
- Coase, Ronald. 1960. The problem of social cost. *The Journal of Law and Economics* III: 1-44.
- Cotler, Helena, Marisa Mazari Hiriart y José de Anda Sánchez. 2006. Atlas de la cuenca Lerma-Chapala, construyendo una visión conjunta. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Covarrubias, Francisco, Alejandra Ojeda y María Guadalupe Arceo. 2007. Las condiciones del desarrollo turístico del lago de Chapala y su ribera. *Quivera* 9 (2): 195-229.
- Cruz Cerón, Gabriel. 2005. *Economía aplicada a la valoración de impactos ambientales*. Manizales: Editorial Universidad de Caldas.
- Daly, Herman y Joshua Farley. 2004. *Ecological economics: principles and applications*. Washington, D.C.: Island Press.
- Elizarrarás Ruiz, María de Jesús. 2011. Estudio de la contaminación del agua en el meandro del río Lerma en La Piedad, Michoacán. Tesis de licenciatura en biología, UMSNH.
- Freeman, A. Myrick. 2003. *The measurement of environmental and resource values: Theory and methods*. Washington, D. C.: Resources for the Future.
- Hanemann, Michael. 1989. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete response data: reply. *American Journal of Agricultural Economics* 71 (4): 1057-1061.
- _____. 1984. Welfare evaluation in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics* 66 (3): 222-241.

INEGI. 2005. II Conteo de población y vivienda. Aguascalientes: INEGI.

Israde Alcántara, Isabel, Virginia Segura García, Nélida Abarca Mejía, Luc Ector, Enrique Cantoral Uriza y Manuel Mendoza Cantú. 2006. Diatomeas del río Lerma, estimación de la calidad del agua de un río fuertemente contaminado. Resultados preliminares. <http://www.inecc.gob.mx/> (25 de agosto de 2014).

Martínez Alier, Joan y Jordi Roca Jusmet. 2001. Economía ecológica y política ambiental. México: Fondo de Cultura Económica.

Norgaard, Richard. 2010. Ecosystem services: from eye-opening metaphor to complexity blinder. *Ecological Economics* 69.

North, Douglass. 1990. Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge: Cambridge University Press.

Ostrom, Elinor. 1990. Governing the commons: the evolution of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press.

Pérez Espejo, Rosario. 2006. Granjas porcinas y medio ambiente. Contaminación del agua en La Piedad, Michoacán. México: Instituto de Investigaciones Económicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Rangel Zavala, Iris. 2011. Construcción histórica de la relación de las poblaciones de Santa Ana Pacueco, Gto. y La Piedad, Mich. con el meandro del río Lerma. Tesis de licenciatura en biología, UMSNH.

Vargas Juárez, Consuelo. 2010. Enterobacterias del agua del meandro del río Lerma en La Piedad, Michoacán y San Ana Pacueco, Guanajuato. Tesis de licenciatura en biología, UMSNH.

Vásquez, Felipe, Arcadio Cerdá y Sergio Orrego. 2007. Valoración económica del ambiente. Fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones. Buenos Aires: Thomson Learning.

Williamson, Oliver. 2000. The new institutional economics: taking stock, looking ahead. *Journal of Economic Literature* 38: 595-613.