



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES**

**ESTIMACIÓN DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR
DE SERVICIOS AMBIENTALES MEDIANTE EL
MÉTODO DE PREFERENCIAS REVELADAS**

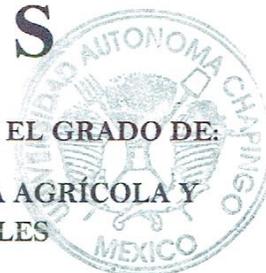
T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y
DE LOS RECURSOS NATURALES**

P R E S E N T A

ISAÍ MENDOZA MARTÍNEZ



**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
COMISION DE EXAMENES PROFESIONALES**



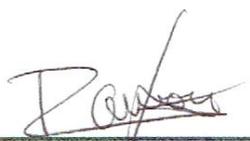
CHAPINGO, EDO DE MÉXICO, DICIEMBRE DE 2017



ESTIMACIÓN DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR DE SERVICIOS AMBIENTALES MEDIANTE EL MÉTODO DE PREFERENCIAS REVELADAS

Tesis realizada por Isai Mendoza Martínez bajo la dirección del Comité Asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES**



DIRECTOR: DR. RAMÓN VALDIVIA ALCALA



CODIRECTOR: DR. CRISTÓBAL MARTÍN CUEVAS ALVARADO



ASESOR: DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTÍZ



ASESOR: DR. FERMÍN SANDOVAL ROMERO

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindar educación de calidad con reconocimiento nacional e internacional ante la sociedad mexicana.

A la Universidad Autónoma Chapingo por ser la institución más importante en la enseñanza a investigación del sector agropecuario y por permitirme realizar mis estudios de Maestría en Ciencias.

A mis profesores de la División de Ciencias Económico Administrativas en la Universidad Autónoma Chapingo, que durante mi formación académica fueron un pilar importante, gracias por sus enseñanzas, perseverancia e inducción para la formación de profesionistas comprometidos por el desarrollo de su país.

Al Dr. Ramón Valdivia Alcalá, director de esta investigación y consejero durante mi permanencia en esta institución, gracias por sus consejos y enseñanzas.

Al Dr. Juan Hernández Ortiz por su valiosa participación en la revisión del presente documento y por sus enseñanzas durante mi permanencia en esta institución.

Al Dr. Cristóbal Martín Cuevas Alvarado y al Dr. Fermín Sandoval Romero por su valiosa participación en la revisión y asesoría de la presente investigación.

A todas las personas que intervinieron durante mi permanencia en la Universidad y a quienes con su labor apoyaron en los trámites correspondientes para mi proceso de obtención del grado de Maestría.

DEDICATORIA

A mis padres

Por brindarme todo su cariño, amor y enseñanza desde mi niñez, gracias a su educación hoy logramos un objetivo más en nuestras vidas, hoy este gran logro es de todos.

A mis hermanos

Habacuc, Aminabab e Isbac por sus consejos y por sus enseñanzas y ejemplos a seguir, gracias a ustedes pude descubrir lo que es bueno para nuestras vidas, su ejemplo me ayudo a conseguir nuevos éxitos y hoy no es la excepción.

A mi esposa

Mi compañera de vida, gracias por estar conmigo en cada momento y por impulsarme todos los días en mi desarrollo académico y profesional.

A mi hijo

Mi pequeño Matías, por ser mi inspiración y motivo para alcanzar todas nuestras metas, gracias por tu cariño, amor e inmensa felicidad que me compartes cada día, tu felicidad es mi felicidad.

RESEÑA PERSONAL

Isai Mendoza Martínez es originario del Estado de Oaxaca, nació el 27 de Noviembre de 1990 en la región costa, Municipio de Santos Reyes Nopala, Distrito de Juquila. En este municipio realizó sus estudios hasta el nivel secundaria.

En el año 2006 ingreso a la Universidad Autónoma Chapingo a realizar sus estudios de Preparatoria Agrícola hasta el 2009. En este mismo año inició sus estudios de especialidad en la misma Institución como Ingeniero en Recursos Naturales Renovable egresando más tarde en junio de 2013.

En el ámbito profesional se ha desempeñado como gestor de proyectos, laborando en instituciones gubernamentales, y posteriormente en el año 2014 se desempeñó como Jefe del Departamento de Servicio Social en la Universidad Autónoma Chapingo, realizando labores de gestión y ejecución de proyectos de Servicio Social con impacto nacional.

En el año 2015 concluye sus actividades laborales en la Universidad, y en este mismo año inicia sus estudios de Maestría en la División de Ciencias Económico Administrativa en la misma Institución, concluyendo sus estudios de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales en Junio de 2017.

Dentro del ámbito profesional es fundador y actualmente Director General de Grupo INDERS SC, empresa líder en la gestión y ejecución de proyectos de desarrollo en comunidades rurales de nuestro país.

Índice general

INTRODUCCIÓN.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
OBJETIVOS	4
HIPÓTESIS	4
ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN	4
I. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. TEORÍA DE LAS PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR	6
1.2. MEDIDAS MONETARIAS DEL BIENESTAR	10
1.3. EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR.....	10
1.4. VARIACIÓN COMPENSATORIA	12
1.5. VARIACIÓN EQUIVALENTE	14
1.6. ENFOQUE DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL	18
1.7. MODELO GENERAL DE COSTO DE VIAJE	20
1.8. TEORÍA DE PREFERENCIAS REVELADAS.....	23
1.9. FUNDAMENTACIÓN ECONOMETRICA	24
1.10. EL MODELO DE REGRESIÓN DE POISSON.....	24
1.11. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MODELO DE REGRESIÓN DE POISSON	26
1.12. ESTIMACIÓN DEL PARAMETRO DE DISPERSIÓN	27
1.13. MODELO BINOMIAL NEGATIVO	28
II. REVISIÓN DE LITERATURA	30
III. METODOLOGÍA	36
3.1. LOCALIZACIÓN DE LA PRESA LA BOQUILLA	36
3.2. LEVANTAMIENTO DE LA ENCUESTA.....	36
3.3. CALCULO DE COSTO TOTAL DEL VIAJE.....	38
3.4. SOFTWARE UTILIZADO	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
3.1. RESULTADOS ESTADÍSTICOS Y ECONÓMICOS	41
3.2. RESULTADOS ECONÓMICOS	44
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
5.1. CONCLUSIONES.....	47
5.2. RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXO 1. CUESTIONARIO APLICADO EN LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LA PRESA LA BOQUILLA.....	52
ANEXO 2. RESULTADOS ECONÓMICOS.....	56
ANEXO 3. MUESTRA DEL CONJUNTO DE DATOS.....	57

Índice de cuadros

Cuadro	Título	pág.
4.1	Variables del modelo del costo del viaje	40
4.2	Estadísticos descriptivos de las variables continuas	41
4.3	Niveles y frecuencias de las variables cualitativas.....	42
4.4	Parámetros estimados del modelo de Poisson.....	43

Índice de figuras

Figura	Descripción	pág.
3.1	Presa de la Boquilla, municipio de San Francisco de Conchos, Chihuahua.....	37
3.2	Opciones del nlogit 5 para ajuste de datos de conteo	39

Índice de gráficas

Gráfica	Descripción	pág.
1.1	Excedente del consumidor.....	11
1.2	Variación compensada de una disminución en precio	15
1.3	Variación equivalente de una disminución en precio	17
1.4	Tipología del valor económico total.....	20

ESTIMACIÓN DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR DE SERVICIOS AMBIENTALES MEDIANTE EL METODO DE PREFERENCIAS REVELADAS

Estimation of the environmental services consumer surplus using the method of revealed preferences

Isaí Mendoza Martínez¹, Ramón Valdivia Alcala², Cristóbal Martín Cuevas Alvarado³
²Juan Hernández Ortíz

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación ha sido estimar el excedente del consumidor propuesto por la teoría microeconómica para realizar una valoración de los servicios ambientales recreativos mediante la metodología de preferencias reveladas, específicamente mediante el costo de viaje individual. La muestra utilizada consistió de 213 observaciones y fue levantada en cuatro sitios recreativos (El Tigre, Lago Colina, Los Altos y Los Filtros) enclavados en el área de la presa La Boquilla, ubicada en el municipio de Camargo, Chihuahua dentro de la cuenca del Río Conchos. El método utilizado para la estimación econométrica fue el modelo de regresión de Poisson, dado que el número de visitas es una variable de conteo. El beneficio excedente promedio por visitante fue de \$33.23. Dado que las estadísticas oficiales no registran el número de visitantes anuales a la presa, la investigación asumió una afluencia de 500,000 visitantes, por lo que el valor del servicio ambiental recreativo que generó la presa La Boquilla es de \$16,559,390. La principal conclusión encontrada es que el modelo de Poisson ajusta mejor los datos de conteo obtenidos a través del método de costo de viaje, no obstante se recomienda utilizar algún otro modelo dado que el parámetro de dispersión estimado es mucho mayor que la unidad, por lo que existe evidencia de sobredispersión en la muestra y el monto del beneficio excedente del consumidor podría estar siendo sobreestimado.

Palabras Clave: costo de viaje, parámetro de sobredispersión, presa La Boquilla, regresión de Poisson.

ABSTRACT

The objective of the present research has been to estimate the consumer surplus proposed by the microeconomic theory to make an assessment of recreational environmental services through the revealed preferences methodology, specifically using the single travel cost. The sample size was of 213 cases and it was gathered at four recreative sites ((El Tigre, Lago Colina, Los Altos and Los Filtros) located inside the area of the La Boquilla dam, locate in the municipality of Camargo, Chihuahua within the river basin Conchos. The method used for the econometric estimation was the regression model of Poisson, given that the number of trips is a count variable. The average surplus benefit by visitant was \$MX33.23. Since the official statistical do not record the number of annual visitants, the research assumed an affluence of 500,000 visitants so the value of recreational environmental service that generated La Boquilla dam are \$MX16,559,390. The main conclusion found is that the Poisson model better adjusts the counting data obtained through the travel cost method. However, it is recommended to use some other model since the estimated dispersion parameter is much greater than unity, so there is evidence of overdispersion in the sample, consequently the amount of the surplus consumer benefit could be overestimated.

Keywords: travel cost, overdispersion parameter, La Boquilla dam, regression of Poisson.

Introducción

En México, a raíz de las reformas estructurales, los recursos fiscales que por lo general el Estado transfería a las diversas instituciones públicas han disminuido drásticamente o desaparecido. Las áreas naturales protegidas, los parques nacionales, las reservas de la biosfera, entre otros, carecen actualmente de suficientes recursos financieros para operar y, por lo tanto, de recursos para inversiones en proyectos que garanticen la sobrevivencia de la biodiversidad (flora y fauna) y su sustentabilidad financiera.

Una consecuencia de dicha escases de recursos fiscales, es la privatización de los recursos naturales a los agentes privados, trayendo como consecuencia la imposición de cobros por el acceso a los sitios que proporcionan servicios ambientales.

Hasta mediados de los ochentas, a la par del surgimiento del concepto de sustentabilidad en el Informe Brudland de la ONU (1987), los bienes y servicios ambientales que suministran los recursos naturales como bosques y agua habían sido tratados como si fueran recursos gratuitos e infinitos; pero, con el crecimiento de la población y la expansión de la economía, estos recursos se han vuelto cada vez más escasos y el medio natural está cada vez más afectado y deteriorado. Frente a esta situación, los Estados nacionales e instituciones internacionales han respondido con acuerdos globales e impulso a cambios en las instituciones locales que regulan el acceso y uso de estos recursos.

Una opción para la obtención de recursos financieros e implementación de proyectos que mitiguen los impactos sobre el medio ambiente de las actividades de recreación, pesca en exceso, contaminación por desechos de las actividades recreativas, entre muchas más, es el diseño de esquemas de pago por el disfrute y acceso a los sitios recreativos como ríos, áreas naturales protegidas, reservas de la biosfera, aguas interiores como presas, parques nacionales, etc., basados en estudios de valoración económica a través de las metodologías reconocidas para dicho propósito.

La aplicación de los esquemas de pago evitarían que los recursos de carácter públicos queden enteramente a las fuerzas del mercado y que la población de bajos ingresos sufran potenciales injusticias como el ser excluidas del consumo de servicios recreativos que

proporcionan los cuerpos de agua como el de la presa La Boquilla, en un estado donde la disponibilidad de tal recurso es escaso, como lo es Chihuahua.

Planteamiento del problema

La región que comprende los estados del norte de México como son Coahuila y principalmente Chihuahua, se caracterizan por la relativa escasez de agua. De esta manera, sitios como la presa La Boquilla ubicada en la cuenca del Río Conchos, atrae anualmente a consumidores de servicios recreativos provenientes de los municipios de Camargo, Casas Grande, Delicias, Creel, Cuauhtémoc, Jiménez, Juárez, Maderas, Meoquí, entre otros, del estado de Chihuahua; municipios como Gómez Palacio, en Durango; y algunas localidades de la zona fronteriza con Texas.

El recorrido promedio para el arribo a la presa La Boquilla es de 208 kilómetros, un tiempo promedio de 2.7 horas y un tiempo promedio de permanencia en el sitio visitado de 8 horas.

De esta manera, el desarrollo de las actividades de recreación en el área de La Boquilla está relacionado con el mercado de transporte necesario para el desplazamiento a tal zona y así como todos los costos adicionales en que se incurren los paseantes para realizar un viaje. La presa la Boquilla es un espacio natural público, que como lagos, ríos, bosques, estuarios, entre otros, brinda servicios de recreación y esparcimiento. Dado que el paisaje, la recreación y el esparcimiento brindado por el sitio no tiene un mercado definido, la valoración se realiza de forma indirecta por medio de mercados relacionados, que son el transporte, gasolina, gastos de hospedaje, etc.

Por lo tanto si el propósito de la presente investigación es realizar una valoración económica del sitio recreativo de La Boquilla que pudiera orientar el establecimiento de esquemas de pago que ayuden a financiar mejoras en el sitio. El método de preferencias reveladas, y específicamente los costos en que incurren los visitantes, es el método más apropiado pues el estudio reúne todas las características para la aplicación de ésta metodología.

Objetivos

Objetivo general

- Estimar el excedente del consumidor de servicios recreativos mediante la metodología de mercados sustitutos para el área recreativa de la presa La Boquilla en los afluentes del Río conchos en el estado de Chihuahua.

Objetivos particulares

- Cuantificar el excedente del consumidor en el área recreativa de la presa La Boquilla como medida del bienestar del consumidor.
- Realizar la valoración económica del área de recreación de la Presa la Boquilla mediante el método de preferencias reveladas.

Hipótesis

La hipótesis de trabajo de la presente investigación es la siguiente:

- Es posible realizar una valoración económica del área de la presa la Boquilla, en el municipio de Chonchos en cuatro sitio recreativos enclavados en el área de la presa a través de la metodología de preferencias reveladas y específicamente el método de costo de viaje.

Estructura de la investigación

La presente investigación se ha dividido en ocho incisos. El primero corresponde a la introducción y en ella se describen el planteamiento del problema, objetivos de la investigación y las hipótesis del trabajo. Los siguientes cinco incisos corresponden al desarrollo de los capítulos propiamente dichos de la investigación.

En el capítulo uno se expone el marco teórico de la investigación. En este capítulo se desarrollan los fundamentos microeconómicos que argumentan el contenido y análisis de la investigación así como se exponen, también, los dos modelos microeconómicos que se utilizan para la estimación de la función generadora de viajes. En el capítulo dos se realiza una revisión de los principales artículos e investigaciones empíricas de la literatura que sirve,

junto con el marco teórico, de guía para la interpretación de los resultados de la investigación. El capítulo tres explica la metodología utilizada para la aplicación de la encuesta en el sitio recreativo de la presa La Boquilla.

En el capítulo cuatro se muestran los resultados de la aplicación del modelo de regresión para datos de conteo aplicado a datos con el problema de la sobredispersión. Se indica, además, el procedimiento para obtener el beneficio excedente del consumidor y la valoración de los servicios ambientales recreativos que presta el recurso natural agua de la presa La Boquilla. En el capítulo cinco se enuncian las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Finalmente en los anexos se muestra la salida del software nlogit 5 con la estimación del modelo de regresión de Poisson, el cuestionario aplicado a los visitantes entrevistados en La Boquilla y una muestra del conjunto de datos de las variables con que se corrió el modelo de regresión.

I. Marco teórico

Las sociedades modernas obtienen bienestar de los recursos naturales a través de los servicios ambientales que estos prestan. La valoración económica de tales funciones es uno de los objetivos de la economía ambiental. Con este propósito, se han desarrollado una serie de técnicas de valoración donde la teoría microeconómica brinda un aparato conceptual para hacer explícitas los cambios que el bienestar del consumidor registra cuando el precio o cantidades consumidas cambian.

En este capítulo se exponen brevemente los principales conceptos microeconómicos que subyacen en los métodos de valoración, los cuales son extensiones o aplicaciones de la teoría del consumidor a los casos particulares del medio ambiente y los recursos naturales. En un segundo momento se exponen los fundamentos microeconómicos que permiten verificar empíricamente los conceptos guía de la microeconomía.

1.1. Teoría de las preferencias del consumidor

En la teoría microeconómica el concepto de preferencia requiere que el individuo pueda ordenar el conjunto de alternativas disponibles desde la de mayor a la de menor satisfacción, incluyendo los conjuntos de bienes para los cuales el nivel de satisfacción es el mismo. Dado este supuesto existen seis axiomas que debe exhibir este ordenamiento: comparabilidad, reflexividad, transitividad, continuidad, no saciedad y convexidad. Freeman (2014) deduce la propiedad conocida como sustitución el mismo que establece la posibilidad de intercambio entre pares de bienes. Esto, a su vez, permite valorar económicamente los bienes ambientales, ya que el valor económico de los mismos se expresa en términos de la disposición a renunciar a un bien con miras a obtener más de otro. Si un individuo desea una mejor calidad ambiental debería estar dispuesto, en principio, a sacrificar algo con el fin de satisfacer este deseo.

Para analizar la teoría básica de medición de cambios en el bienestar de los individuos a partir de cambios en precios se parte del supuesto básico del comportamiento del consumidor, que es la maximización de la utilidad (el nivel de utilidad se interpreta como el nivel de bienestar), la misma que está sujeta a la restricción de ingreso del individuo. Entonces, el problema del consumidor está representado por:

$$\max_{q_1, q_2} \{u(q_1, q_2) \mid p_1 q_1 + p_2 q_2 = m\}$$

Donde u representa la función de utilidad de un individuo la cual depende, en este caso, del consumo de dos bienes q_1 y q_2 y donde p_1 y p_2 son los precios de los bienes q_1 y q_2 , respectivamente.

El individuo maximiza su utilidad a partir de q_1 y q_2 , sujeto a una restricción de presupuesto representada por: $p_1 q_1 + p_2 q_2 = m$. Donde m representa el nivel de ingreso que dispone el individuo para gastarlos en los bienes q_1 y q_2 . Del proceso de maximización de utilidad con respecto a q_1 y q_2 se encuentran las funciones de *demanda Marshallianas* para q_1 y q_2 denotadas como:

$$\begin{aligned}\tilde{q}_1 &= \tilde{q}_1(p_1, p_2, m) \\ \tilde{q}_2 &= \tilde{q}_2(p_1, p_2, m)\end{aligned}$$

Se puede observar que las funciones de demanda Marshallianas están en función de argumentos observables: los precios y el nivel de ingreso. Reemplazando las funciones de demanda Marshallianas en la función de utilidad directa resulta la función de utilidad indirecta la cual es representada por la siguiente ecuación:

$$V(p_1, p_2, m) = u[\tilde{q}_1(p_1, p_2, m), \tilde{q}_2(p_1, p_2, m)]$$

La función de utilidad indirecta representa la máxima utilidad que es posible obtener dado el nivel de precios y el ingreso. Las propiedades matemáticas de esta función son:

- a. $V(p, m)$ es no creciente con respecto a p_i y es no decreciente con respecto a m . Es decir:

$$\frac{\partial V(p_i, m)}{\partial p_i} < 0 \text{ y } \frac{\partial V(p_i, m)}{\partial m} > 0 \quad \forall i = 1, 2$$

- b. $V(p,m)$ es homogénea de grado 0 en p_i y m .
- c. $V(p,m)$ es cuasi convexa con respecto a los precios.
- d. $V(p,m)$ es continua cualquiera que sean los precios y el ingreso.

Por medio de la identidad de Roy se puede obtener las funciones de demandas marshallianas para q_1 y q_2 :

$$-\frac{\partial \mathcal{N} / \partial p_i}{\partial \mathcal{N} / \partial m} = \tilde{q}_i(p_i, m) \quad \forall i = 1, 2.$$

Hasta ahora, se ha maximizado la utilidad sujeto a una restricción de ingreso, este problema es también llamado problema el primal. Sin embargo, existe un problema dual relacionado con el mismo, el cual se puede expresar como el gasto mínimo requerido para lograr un cierto nivel de utilidad, en este caso el problema del consumidor estaría definido como:

$$\min_{q_1, q_2} \{m = p_1 q_1 + p_2 q_2 \mid u(q_1, q_2) = u\}$$

De este problema de minimización de gasto se obtienen las funciones de demanda Hicksianas para q_1 y q_2 , respectivamente:

$$\begin{aligned} \bar{q}_1 &= \bar{q}_1(p_1, p_2, u) \\ \bar{q}_2 &= \bar{q}_2(p_1, p_2, u) \end{aligned}$$

Las demandas Hicksianas se encuentran en función de precios y de la utilidad. Reemplazando las demandas Hicksianas directamente en la función objetivo del problema de minimización de gasto, se obtiene la *función de gasto*:

$$e(p_1, p_2, u) = p_1[\bar{q}_1(p_1, p_2, u)] + p_2[\bar{q}_2(p_1, p_2, u)]$$

La anterior expresión representa el mínimo gasto requerido para alcanzar un nivel de utilidad dados los precios. La función de gasto tiene las siguientes propiedades de la función de gasto:

- a. $e(p_1, p_2, u)$ es no decreciente con respecto a los precios.
- b. $e(p_1, p_2, u)$ es homogénea de grado 1 con respecto a los precios.
- c. $e(p_1, p_2, u)$ es cóncava con respecto a los precios.
- d. $e(p_1, p_2, u)$ es continua en los precios, para valores no triviales.

Por medio del lema de Sheppard, se puede recuperar las funciones de demanda Hicksianas a partir de la función *de gasto*:

$$\frac{\partial e(p_1, p_2, u)}{\partial p_i} = \bar{q}_i(p_1, p_2, u) \quad \forall i = 1, 2.$$

Desde el punto de vista de la economía del bienestar aplicada es útil observar que existe una relación estrecha entre la función de utilidad indirecta y la función de gasto. Observe que si:

$$V(p_1, p_2, m) = u \text{ y sí } m = V^{-1}(p_1, p_2, u) = e(p_1, p_2, u).$$

Por consiguiente, se puede obtener una expresión para la función de utilidad indirecta en términos de la función de gasto, donde V^{-1} es la función inversa de utilidad indirecta.

La función de utilidad indirecta representa el máximo nivel de utilidad que se puede alcanzar con unos precios y un ingreso dado. Mientras, que la función de gasto refleja el mínimo gasto necesario para encontrar exactamente ese nivel de utilidad máximo considerado como óptimo. Además, la función de gasto se representa como $e(p_1, p_2, u) = m$, por consiguiente:

$$u = e^{-1}(p_1, p_2, m) = V(p_1, p_2, m)$$

Dada una de las funciones, ya sea la función de utilidad indirecta o la función de gasto, será posible encontrar una de estas a partir de la otra a través del proceso de inversión. Por otro lado, se presentan cuatro identidades fundamentales relacionadas con la dualidad en la teoría del consumidor:

- a. $e(p_1, p_2, V(p_1, p_2, m)) \equiv m$
- b. $V(p_1, p_2, e(p_1, p_2, u)) \equiv u$
- c. $\tilde{q}_i(p_1, p_2, m) \equiv \tilde{q}_i(p_1, p_2, V(p_1, p_2, m))$
- d. $\tilde{q}_i(p_1, p_2, u) \equiv \tilde{q}_i(p_1, p_2, e(p_1, p_2, u))$

La primera indica que el mínimo gasto necesario para alcanzar la utilidad $V(p_1, p_2, m)$ es m . La segunda refleja que la utilidad máxima de un ingreso $e(p_1, p_2, u)$ es u . La tercera muestra que la curva de *demanda* Marshalliana con ingreso m es igual a la *demanda* Hicksiana con utilidad $V(p_1, p_2, m)$. Finalmente, la cuarta identidad indica que la demanda Hicksiana con utilidad u es igual a la demanda Marshalliana con ingreso $e(p_1, p_2, u)$.

1.2. Medidas monetarias del bienestar

En el contexto de la valoración económica de los recursos naturales es común utilizar tres medidas de bienestar: el excedente del consumidor (EC), la variación compensada (VC) y la variación equivalente (VE).

1.3. Excedente del consumidor

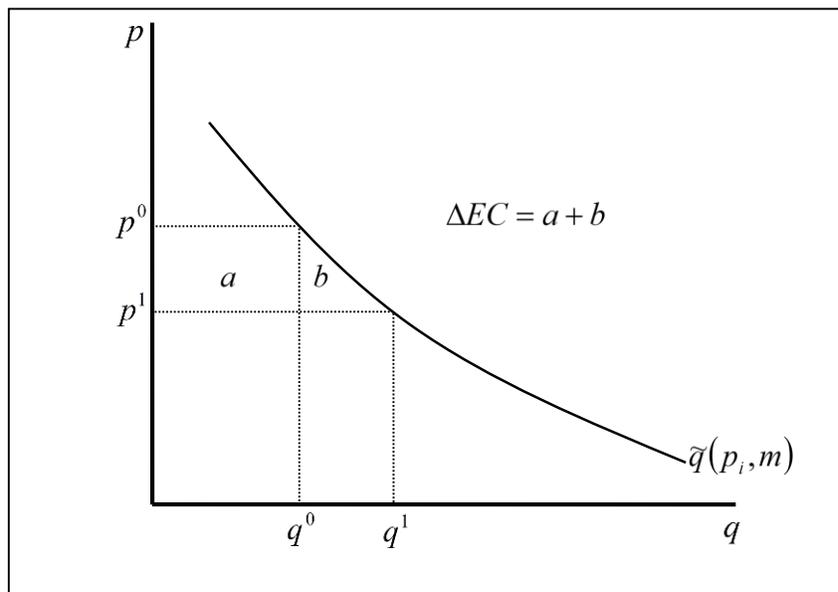
En la microeconomía, las funciones de demanda Marshallianas u ordinarias, están en función de argumentos observables: los precios y el nivel de ingreso. La medida de beneficio que el consumidor obtendría a partir de este tipo de demanda es el excedente del consumidor (EC). En términos económicos el EC mide la diferencia entre la disponibilidad a pagar total (beneficios totales del consumidor) y lo que efectivamente se paga por adquirir cierta cantidad de un bien, por consiguiente, el EC reporta el beneficio neto del consumidor por comprar bienes en el mercado.

Ante un cambio en el nivel de precios se puede observar el cambio en el EC como una medida de cambio en el beneficio del consumidor. Si el cambio en precios es una disminución, el cambio en el EC es positivo, es decir, se tiene una mejora en el bienestar del consumidor. Por su parte, si el cambio en precios es un alza, el cambio en el EC es negativo, por lo tanto se está frente a un empeoramiento en el bienestar del consumidor. El cálculo de esta área se puede estimar mediante una integral de la siguiente manera:

$$\Delta EC = - \int_{p_i^0}^{p_i^1} \bar{q}(p_i, m) dp_i$$

A modo de ilustración de este concepto básico, la Gráfica 1 muestra la variación en el EC que un individuo experimenta frente a una disminución de precios y viene dado por el área $(a+b)$.

Gráfica 1.1. Excedente del consumidor



Fuente: adaptado de Mendieta (2001).

Adicionalmente al EC existen otras medidas de bienestar como la variación compensada (VC) y la variación equivalente (VE). Estas medidas de bienestar propuestas por John Hicks (1943) se diferencian del EC debido a que la medición se hace sobre la base de las demandas Hicksianas o compensadas que tienen como argumento el nivel de utilidad de

los individuos. Por lo tanto, es razonable pensar que a través de ésta se puedan inferir resultados sobre el efecto en el bienestar de los individuos ante cambios en las condiciones económicas.

1.4. Variación compensatoria

Conceptualmente la variación compensatoria (VC) se define como la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar para acceder a un cambio favorable, o bien la mínima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a aceptar como compensación por aceptar un cambio desfavorable. En el caso de la VC, el individuo tiene derecho a la situación inicial, ya sea ésta mejor o peor que la respectiva situación final. Una definición implícita para la VC puede expresarse de la siguiente manera:

$$V(p_1^1, p_2^0, m - VC) = V(p_1^0, p_2^0, m) = u^0$$

El superíndice 1 representa la situación final, mientras que el superíndice 0 representa la situación inicial. La derivación de la VC se realiza para un cambio de precios de p_1^0 a p_1^1 con $p_1^1 < p_1^0$ que representa una ganancia de bienestar.

De acuerdo con Freeman (2014) y con ayuda de los desarrollos matemáticos básicos en la dualidad de la teoría del consumidor se tiene:

$$m - VC = V^{-1}(p_1^1, p_2^0, u^0) = e(p_1^1, p_2^0, u^0)$$

Con esto se deriva una expresión de manera explícita para representar la variación compensatoria en términos del ingreso y del gasto, dos argumentos observables:

$$VC = m^0 - e(p_1^1, p_2^0, u^0)$$

Si por definición el ingreso m es igual al mínimo gasto necesario para alcanzar el máximo nivel de utilidad a unos precios y un ingreso dado, se tiene:

$$m^0 = e(p_1^0, p_2^0, u^0)$$

Entonces, la VC puede ser escrita en términos de la función de gasto:

$$VC = e(p_1^0, p_2^0, u^0) - e(p_1^1, p_2^0, u^0) = -\Delta e$$

Matemáticamente este cambio en el gasto se podría representar de la siguiente manera:

$$-\Delta e = -\int_{p_1^0}^{p_1^1} \frac{\partial e(p_1, p_2, u^0)}{\partial p_1} dp_1$$

Por lo tanto, la VC puede escribirse de manera explícita utilizando la siguiente expresión:

$$VC = -\Delta e = -\int_{p_1^0}^{p_1^1} \bar{q}_1(p_1, p_2, u^0) dp_1$$

Donde la función: $\bar{q}_1 = \bar{q}_1(p_1, p_2, u^0)$ representa la función de demanda Hicksiana.

De todo este desarrollo matemático, se puede concluir que a partir de la función de utilidad indirecta, función de gasto y de la función de demanda Hicksiana se puede obtener la VC como una medida que sirva para estimar el impacto en el bienestar del consumidor dado un cambio en el precio.

En la Gráfica 2 se ilustra la VC para una disminución de precios. Suponga una disminución en el precio del bien q_1 de p_1^0 a p_1^1 , bajo esta situación el individuo experimentaría un mayor nivel de utilidad producto de la reducción del precio, debido a que con la baja en el precio la cantidad demandada es mayor, es decir, q_1^0 es menor a q_1^1 . Entonces, el individuo se ubicaría en el nivel de utilidad U^1 , punto B de la parte (a) de la Gráfica 2. La VC sería la máxima cantidad de dinero que el individuo estaría dispuesto a pagar por el cambio, cuyo cambio implica una mejora (distancia vertical en la parte (a) de la Gráfica 2). La línea paralela trazada con respecto a $m^0 p_1^1$ haría de nuevo intersección con la curva de indiferencia u^0 en el punto C, siempre y cuando el consumidor tenga derecho a recomponer su canasta de consumo.

Por otra parte, los puntos *A* y *C* observados en el panel (b) de la Gráfica 2 conforman la curva de demanda Hicksiana la cual se encuentra en función de los precios y de la utilidad y solamente reflejan el efecto sustitución generado por el cambio en los precios relativos. Si q_1 es un bien normal, la elasticidad ingreso de la demanda será mayor que cero y la curva de demanda Hicksiana tendrá una elasticidad precio menor que la demanda Marshalliana. Esta gráfica también puede ayudar a entender la relación entre la VC y el excedente del consumidor Marshalliano. Los puntos *A* y *B* servirían para definir la curva de demanda Marshalliana la cual se encuentra en función de los precios y el ingreso.

El área correspondiente al cambio en el excedente del consumidor ante el cambio en precios está definida por los puntos $p_1^0 p_1^1 BA$ en el panel (b) de la Gráfica 1.2. Mientras que el área correspondiente a la VC está limitada por los puntos $p_1^0 p_1^1 CA$. Nótese que en la ilustración de la VC se utiliza como referencia el nivel de utilidad inicial.

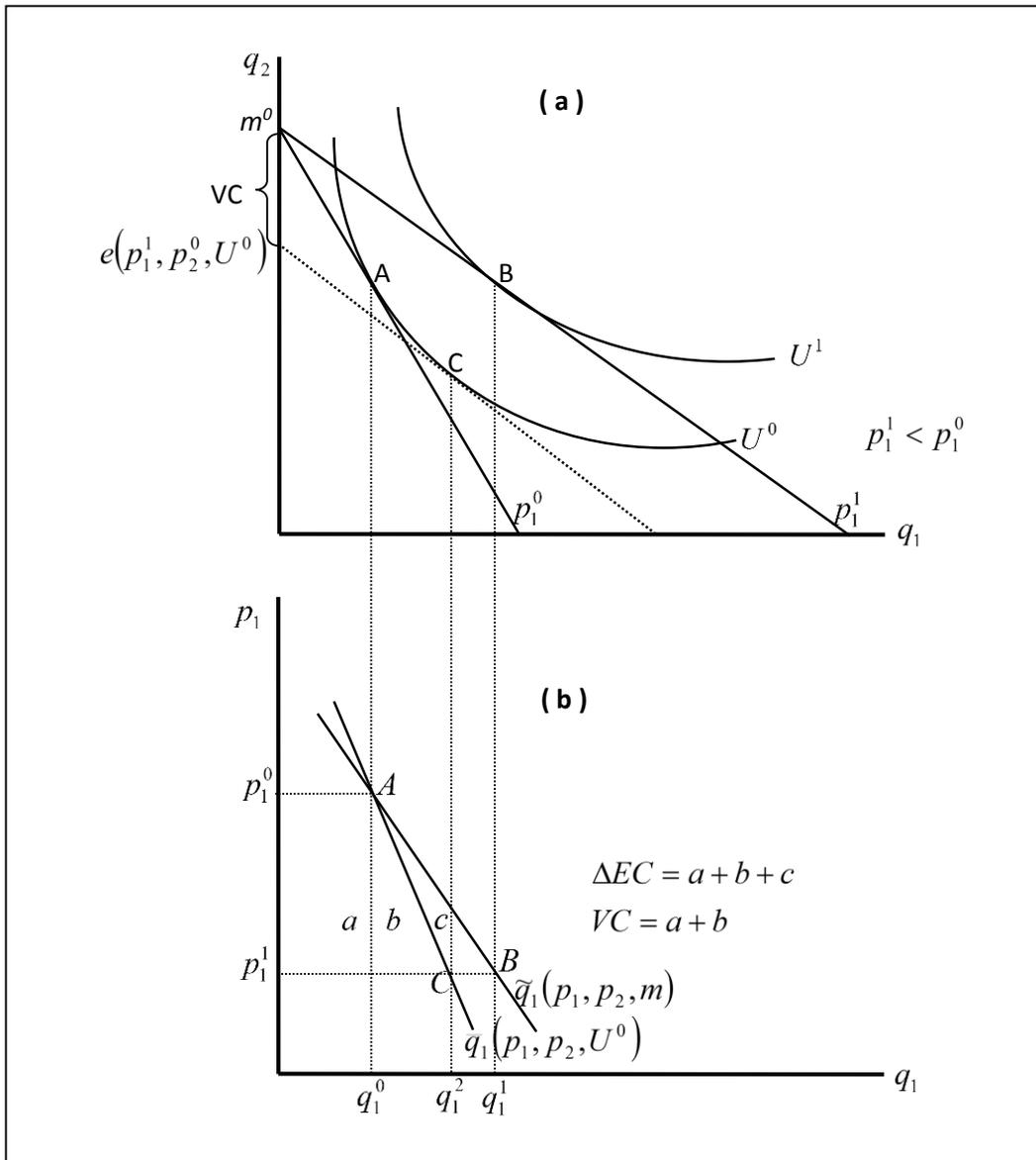
1.5. Variación equivalente

La variación equivalente (VE) se define como la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por evitar un cambio desfavorable, o la mínima cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar como compensación por renunciar a un cambio favorable. En este caso el individuo tiene derecho a la situación final. Una expresión matemática que captura la forma implícita para la VE es:

$$V(p_1^0, p_2^0, m + VE) = V(p_1^1, p_2^0, m) = u^1$$

La anterior ecuación muestra la VE para un incremento de precio de p^0 hasta p^1 . La VE se definiría como la mínima cantidad de dinero que el individuo está dispuesto a aceptar para que con los precios originales alcance el nivel de utilidad final, u^1 . A través del proceso de inversión se puede expresar la VE en términos de la función de utilidad indirecta y de la función de gasto, es decir:

Gráfica 1.2: Variación compensada de una disminución en precio



Fuente: Adaptado de Mendieta (2001).

$$m^0 + VE = V^{-1}(p_1^0, p_2^0, u^1) = e(p_1^0, p_2^0, u^1)$$

Por consiguiente, siguiendo el mismo procedimiento en la derivación de la VC, la VE puede expresarse como:

$$VE = e(p_1^0, p_2^0, u^1) - m^0$$

El ingreso inicial puede representarse como:

$$m^0 = e(p_1^0, p_2^0, u^0) = e(p_1^1, p_2^0, u^1)$$

Reemplazando la anterior expresión en la encontrada para la VE se tiene:

$$VE = e(p_1^0, p_2^0, u^1) - e(p_1^1, p_2^0, u^1) = -\Delta e$$

Por lo tanto, matemáticamente la VE puede escribirse de manera explícita utilizando la siguiente expresión:

$$VE = -\Delta e = - \int_{p_1^0}^{p_1^1} \frac{\partial e(p_1, p_2, u^1)}{\partial p_1} dp_1$$

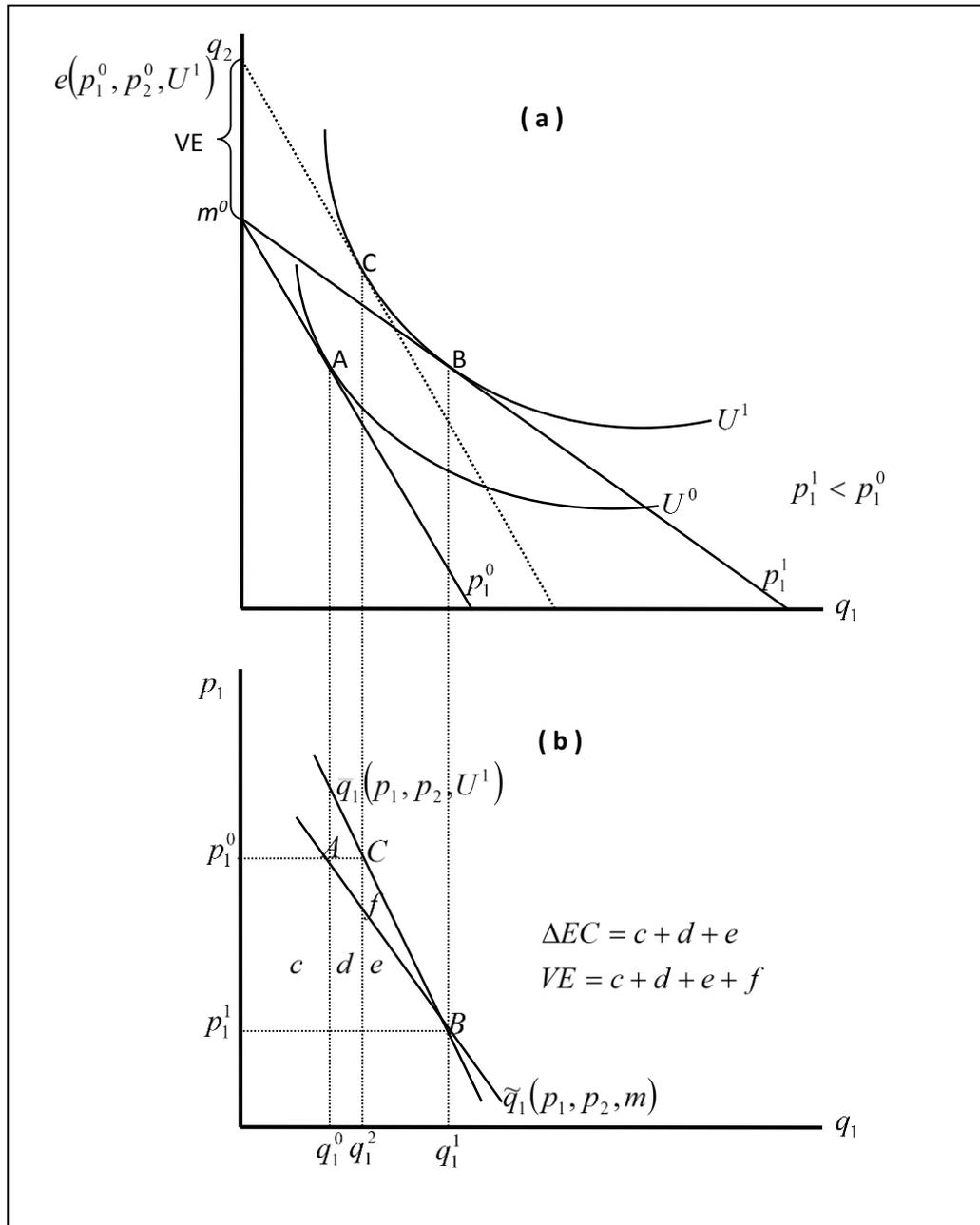
$$VE = -\Delta e = - \int_{p_1^0}^{p_1^1} q(p_1, p_2, u^1) dp_1$$

Esta medida sería el cambio en el gasto necesario para estar en el nivel de utilidad final con los precios originales. Lo anterior puede visualizarse mejor utilizando la Gráfica 3, ante una disminución en el precio de q_1 , de p_1^0 hasta p_1^1 , el individuo experimenta un mayor nivel de utilidad, moviéndose del punto A al punto B de la Gráfica 1.3. Para este caso la VE entonces sería la distancia vertical entre m^0 y $e(p_1^0, u^1)$ y se define como el gasto adicional que representa la mínima cantidad de dinero que el individuo estaría dispuesto a aceptar por renunciar a la nueva situación definida por el nivel de utilidad u^1 . Luego, se traza una línea recta paralela a la recta de $m^0 p_1^0$ para alcanzar el nuevo punto C en la curva de utilidad u^1 .

En el panel (b) de la Gráfica 1.3, se puede apreciar el área correspondiente a la VE definida a partir de la curva de demanda Hicksiana. Esta área estaría delimitada por los puntos $p_1^0 p_1^1 BC$, área comprendida entre el precio inicial y el precio final y por debajo de la curva de demanda de Hicksiana la cual está en función de los precios y del nivel de utilidad u^1 . El cambio en el *excedente del consumidor* correspondería al área delimitada por los puntos $p_1^0 p_1^1 BA$ bajo la curva de demanda Marshalliana, la cual se encuentra en función de los

precios y del ingreso. Nótese que en la ilustración de la VE se utiliza como referencia el nivel de utilidad final.

Gráfica 1.3. Variación equivalente de una disminución en precio



Fuente: Adaptado de Mendieta (2001).

En la práctica la VC se puede estimar preguntando a las personas sobre su máxima disponibilidad a pagar (DAP) para acceder a un cambio (ambiental o de otro tipo) que le resulte favorable. Alternativamente, en el caso de un cambio que genera desmejoramiento

(ambiental o de otro tipo) se les podría preguntar sobre la mínima suma de dinero que estarían dispuestas a aceptar (*DAA*) como compensación por el cambio desfavorable. En ambos casos el individuo se mantendría en su nivel de utilidad inicial: en el primer caso su ganancia estaría, hipotéticamente, asociada con una erogación de dinero cuyo valor es equivalente a la ganancia en bienestar; en el segundo caso la pérdida, estaría, hipotéticamente asociada con una compensación en dinero cuyo valor sería equivalente a la pérdida de bienestar. Normalmente en los estudios empíricos se prefiere indagar sobre la *DAP* y no sobre la *DAA*. Esto debido a que cuando se hace la pregunta sobre la *DAA*, se puede inducir a sobrevalorar el cambio en el bienestar del consumidor

1.6. Enfoque del valor económico total

En general, el medio ambiente puede tener distintos tipos de valor para cada individuo. Por ello es necesario establecer todas aquellas fuentes de valor que pueden dar lugar al valor económico total (*VET*).

La idea detrás del *VET* es que cualquier bien o servicio ambiental está compuesto por varios atributos, algunos de los cuales son concretos y fácilmente medibles, mientras que otros pueden ser más difíciles de cuantificar. Sin embargo, el valor total es la suma de todos estos componentes, no sólo aquellos que pueden ser fácilmente medidos (Dixon y Pagiola, 1998).

Conceptualmente, el *VET* se divide en dos partes, el valor de uso (*VU*) y el valor de no uso (*VNU*). Los valores de uso se pueden desglosar a su vez en el valor de uso directo (*VUD*), el valor de uso indirecto (*VUI*) y el valor de opción (*VO*) (valor de uso potencial). Por otro lado, se tienen dos categorías importantes del valor de no uso: el valor de existencia (*VE*) y valor de herencia o legado (*VH*).

$$\begin{aligned} VET &= VU + VNU \\ VET &= [VUD + VUI + VO] + [VNU] \\ VET &= [VUD + VUI + VO] + [VE+VH] \end{aligned}$$

En la Gráfica 1.4 se muestra la desagregación del *VET* en forma esquemática. Así, el valor de uso directo también conocido como valor de uso extractivo, consuntivo o estructural, deriva de bienes que pueden ser extraídos, consumidos o disfrutados directamente. En el

contexto de un bosque, por ejemplo, el valor de uso extractivo sería el valor relacionado con el precio de la madera que se puede extraer para el mercado. Adicionalmente a aquellos bienes consumidos directamente, los valores de uso directo pueden ser también no consuntivos. Por ejemplo, las personas que disfrutan de caminatas o de acampar en el bosque reciben un valor de uso directo, pero no lo hace realmente consumiendo alguno de los recursos del bosque. En consecuencia, el valor de uso es equivalente a la disponibilidad a pagar que tienen las personas por acceder directamente, usar o consumir, los bienes que genera un recurso natural.

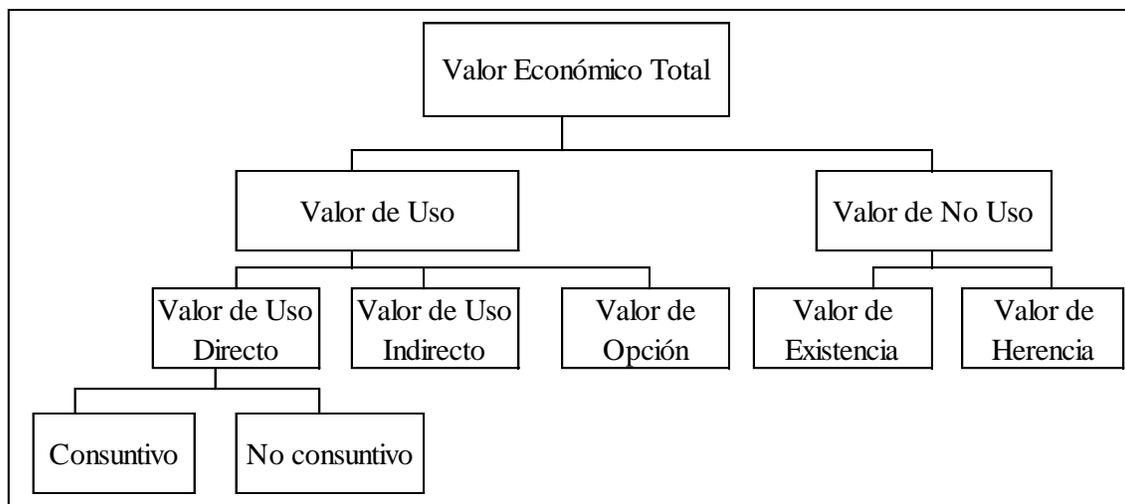
El *valor de uso indirecto*, también conocido como valor de uso no extractivo o valor funcional, se deriva de los servicios que el medio ambiente provee. Por ejemplo, en el caso del bosque sería el valor de servicios importantes que el bosque presta a la sociedad, como la regulación hídrica, el control de la erosión del suelo, el paisaje, etc. La medición del *valor de uso indirecto* es a menudo considerablemente más difícil que la medición del *valor de uso directo*. Las “cantidades” de los servicios que están siendo proveídos a menudo no ingresan a los mercados, por lo tanto, sus “precios” son difíciles de establecer. Por lo tanto, se podría indicar que el *valor de uso indirecto* corresponde a la disponibilidad a pagar que tiene una persona por beneficiarse de los servicios ambientales que un recurso genera gracias a su buen funcionamiento.

Por su parte, existen personas que, aunque en la actualidad no están utilizando el bien ambiental, prefieren tener abierta la opción de hacerlo en algún momento futuro. Para ellos, por tanto, la desaparición de un parque natural (aunque no hayan estado en él jamás), supone una pérdida indudable de bienestar, mientras que su preservación o mejora, lo eleva.

Por lo tanto, se puede indicar que el *valor de opción* es la disposición a pagar hoy sobre la base del beneficio potencial que se derivará de un bien ambiental sin utilizar cuando se ejerza la opción de usarlo.

Dentro de esta categoría, en algunas ocasiones se hace referencia al *valor de cuasi opción* que es un concepto relacionado, que deriva de la posibilidad que, aun cuando algo aparezca hoy sin importancia, la información recibida con posterioridad puede llevarnos a reevaluarlo.

Gráfica 1.4. Tipología del valor económico total



Fuente: Elaboración propia con base en Azqueta *et al* (2007)

Los atributos ambientales pueden tener para determinadas personas un *valor de no uso* que representa la satisfacción que experimenta una persona por saber que otros, o él mismo, podrían eventualmente hacer uso de un bien o de un recurso ambiental. Su desaparición, supondría para estas personas una pérdida de bienestar. En el contexto del bosque, el *valor de no uso* estaría relacionado con el valor intrínseco de la vida. Dentro de la categoría de *valor de no uso* se encuentra el *valor de existencia* el cual surge de la satisfacción de sólo saber que el recurso ambiental existe, aunque la persona no tenga intención de usarlo. Finalmente dentro de esta categoría se tiene el *valor de herencia* o valor de legado, que es el valor derivado del deseo de traspasar valores a las futuras generaciones.

1.7. Modelo general de costo de viaje

Desde el planteamiento de Hotelling en 1949 al Servicio de Parques Naturales de los Estados Unidos de que era posible medir los beneficios económicos asociados a la existencia de este tipo de espacios naturales a través del costo en que incurre el consumidor para trasladarse desde el sitio en que reside al sitio como son lagos, ríos, mares, parques, etc., la cantidad de desarrollos teóricos y metodológicos sobre el método de costo de viaje ha crecido considerablemente. De acuerdo con Vásquez *et al* (2007) esta serie de avances se puede enmarcar en la llamada economía de la recreación.

Desde su planteamiento, el método de costo de viaje asume que a cada individuo que visita un sitio recreativo se le asocia una transacción implícita que asocia los costos de viaje con

el precio que debe pagar el visitante para acceder al sitio específico. Las diferencias en los costos de viaje para visitar sitios recreativos mediante esta metodología han sido modeladas mediante dos perspectivas.

En el primer enfoque los consumidores de servicios recreativos eligen un determinado número de viajes a realizar en un periodo dado. En el primer modelo se estima una función de demanda que relaciona el número de viajes y sus respectivos costos que varían acuerdo a la distancia del origen destino. En este caso el valor del flujo de los servicios recreativos de un sitio particular como río, lago, balneario, entre otros está representado por el área bajo la curva de la demanda compensada., que es agregada a través de todos los visitantes del sitio.

El segundo enfoque de modelación, los consumidores deciden si quieren o no visitar algún lugar con fines recreativos y en caso afirmativo, seguidamente se define el sitio o sitios que serán visitados. Este caso se está en presencia de una modelación de elecciones discretas o modelos de utilidad aleatoria.

Si se asume que existe un solo sitio recreativo disponible para visitar, y que todas las visitas tienen la misma duración entonces de acuerdo a Vásquez et al (2007) es adaptar la modela el planteamiento de Niklitchek (1996).

$$MAX \quad U(x, z)$$

$$s.a. \quad m = d + wt_w = z + (c_1 + c_2)x$$

$$T = t_w + (t_1 + t_2)x$$

Donde

X = Número de visitas o viajes

Z = Bien hicksiano (que no necesita de tiempo en la restricción de tiempo)

m = Ingreso total

D = Ingreso disponible no asociado al trabajo (dividendos, rentas, etc.)

W = tasa de salarios

t_w = Tiempo de trabajo

- c_1 = Costo monetario del viaje
- c_2 = Costo monetario en el sitio
- t_1 = Tiempo de viaje
- t_2 = Tiempo de permanencia en el sitio recreativo

De acuerdo a Vásquez (2007) si se asume que los consumidores pueden elegir discrecionalmente las horas de trabajo y que el costo de oportunidad del tiempo está relacionada con la tasa de salarios, es posible despejar t_w de $T = t_w + (t_1 + t_2)x$ de tal forma que

$$t_w = T - (t_1 + t_2)x$$

Al sustituir en la primera restricción se obtienen las siguientes expresiones:

$$m = d + w[T - (t_1 + t_2)x] = z + (c_1 + c_2)x$$

$$d + wT = w(t_1 + t_2)x + z + (c_1 + c_2)x$$

$$d + wT = z + [(c_1 + wt_1) + (c_2 + wt_2)]x$$

De la última expresión se halla que wT corresponde al ingreso elegido si se dedicara todo el tiempo a trabajar en tanto $c_1 + wt_1$ equivale al costo de viaje y $c_2 + wt_2$ representa el costo de permanencia.

Los supuestos de éste modelo teórico general, enunciado en base a Vásquez et al (2007) son los que siguen.

- a. El número de viajes y la calidad ambiental son complementarios dentro de la función de utilidad; consecuentemente el número de viajes es una función creciente de la calidad ambiental del sitio recreativo.
- b. Los individuos perciben y responden a los cambios en el costo de viaje en la misma forma que responderían a los cambios en precios de admisión al sitio recreativo.

- c. El único motivo del viaje es visitar el sitio de interés por lo que en caso de visitar más de un sitio durante el viaje los gastos serán distribuidos proporcionalmente entre los diferentes sitios.
- d. No existen sitios sustitutos para visitar.
- e. La tasa de salarios representa el costo de oportunidad del tiempo.

1.8. Teoría de preferencias reveladas

El método de costo de viaje es también llamado, método de mercados sustitutos y método de las preferencias reveladas. El tema de las preferencias reveladas es estudiado regularmente en la teoría microeconómica. Esta teoría postula a grandes rasgos que las preferencias de los consumidores pueden ser reveladas por sus hábitos de compras. El enfoque es una alternativa a la hipótesis de la maximización de la utilidad basada en axiomas. Mediante este enfoque, es posible descubrir las preferencias de los consumidores al observar su comportamiento de mercado más que hacerlo solamente en supuestos. Por ejemplo, las preferencias que un consumidor tiene para visitar el sitio recreativo A o el sitio recreativo B deberían ser reveladas por el sitio que el realmente visita. Si se asume que las preferencias del consumidor no cambian, la observación de su comportamiento define el principio de racionalidad, el cual es usado para revelar sus preferencias.

En este método a la pregunta ¿es racional el comportamiento de mercado observado de un consumidor? Se puede responder afirmando que sí la elecciones que tal consumidor hace son preferidas a las elecciones que el mismo podría haber hecho, entonces su comportamiento es racional. El análisis descriptivo para demostrar la racionalidad del consumidor mediante este enfoque se realiza mediante el axioma débil y el axioma fuerte de las preferencias reveladas.

El axioma débil de la preferencia revelada es una característica en el comportamiento de decisión de un agente económico. Se deduce: Si elige la combinación A, cuando B no es más cara, entonces lo hace porque prefiere A. En esta situación diremos que A se reveló como preferido a B o B se reveló inferior a A.

El axioma fuerte añade transitividad Si solo hay dos bienes, está claro que el axioma débil define la elección del consumidor: A sobre B. Sin embargo, el axioma fuerte añade la idea

de preferencias reveladas indirectamente: si A se elige sobre B, y B sobre C, el axioma fuerte y la transitividad dictan que A entonces también es preferible sobre C, por lo que A se revela indirectamente preferido a C. Esto reduce drásticamente la cantidad de pruebas empíricas necesarias para definir las preferencias del consumidor.

1.9. Fundamentación econométrica

La estimación del excedente del consumidor, a través del modelo clásico de regresión, es inadecuado cuando las observaciones de la variable dependiente son datos de conteo. Es decir, cuando la variable dependiente toma un número limitado de valores enteros no negativos. Dichas observaciones se caracterizan, también, por ser medidas durante un periodo finito de tiempo. Para modelar dicho fenómeno se requiere una distribución de probabilidad que tome en cuenta estas características de los datos de conteo. Una de tales distribuciones es la distribución de Poisson. Los modelos de regresión basados en ésta distribución de probabilidad son conocidos como modelos de regresión de Poisson (Gujarati, 2011).

Una alternativa al modelo de regresión de Poisson es el modelo de regresión binomial negativo el cual está basado en la distribución de probabilidad binomial negativa. Este modelo es usado para remediar algunas de las deficiencias del modelo de Poisson.

1.10. El modelo de regresión de Poisson

Si una variable discreta aleatoria Y sigue la distribución de Poisson, su función de densidad de probabilidad está dada por

$$f(Y = y_i) = \Pr(Y = y_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!}, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

Donde $f(Y = y_i)$ denota la probabilidad que la variable aleatoria discreta Y tome un valor entero no negativo y_i , donde $y_i!$ implica que $y_i! = y_i * (y_i - 1) * (y_i - 2) * \dots * 2 * 1$ con $0! = 1$ y donde λ es el parámetro de la distribución de Poisson. Obsérvese que la distribución de Poisson tiene solo un parámetro λ , a diferencia de la distribución normal estándar que tiene dos parámetros, la media y la varianza.

De acuerdo con Gujarati (2011) se puede probar que

$$E(y_i) = \lambda_i$$
$$\text{var}(y_i) = \lambda_i$$

Una característica única de la distribución de Poisson es que la media y la varianza de una variable Poisson distribuida son las mismas. Esta característica, la cual es conocida como equidispersión, es una característica restrictiva de la distribución de Poisson, pues en la práctica la varianza de variables de conteo es a menudo mayor que la varianza. Esta propiedad es llamada sobredispersión.

El modelo de regresión de Poisson puede ser escrito como:

$$y_i = E(y_i) + u_i = \lambda_i + u_i$$

Donde las y_i están independientemente distribuidas como variables aleatorias Poisson con media λ_i para cada individuo y se expresan como:

$$\lambda_i = E(y_i | X_i) = \exp[B_1 + B_2 X_{2i} + \dots + B_k X_{ki}] = \exp(BX)$$

Donde $\exp(BX)$ indica la constante e elevada al poder de la expresión BX , donde esta BX es la expresión para la regresión múltiple.

Las variables X son los regresores que podrían determinar el valor de promedio de la regresión. Por lo tanto, ello también determina el valor de la varianza si el modelo Poisson es apropiado. Por ejemplo, si la variable de conteo es el número de visitas a la Presa la Boquilla en Chihuahua en un año dado, este número dependerá de variables como el ingreso del visitante, precio de admisión a sitios recreativos específicos, costo del viaje, etc.

Al tomar el exponencial de BX garantiza que el valor medio de la variable de conteo λ , será positivo.

Para propósitos de estimación, el modelo de Poisson puede ser escrito como

$$\Pr[Y = y_i] = \frac{e^{-\lambda} \lambda^{y_i}}{y_i!} = \frac{e^{-BX} \lambda^{y_i}}{y_i!}, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

Este modelo de probabilidad es no lineal en los parámetros, por lo que requiere estimación de regresión no lineal. Esto puede ser hecho por el método de máxima verosimilitud.

1.11. Interpretación de los resultados del modelo de regresión de Poisson

La interpretación de los resultados de la estimación de los modelos de regresión de Poisson difieren de los resultados estimados de un modelo clásico de regresión. En la estimación del modelo de regresión de Poisson el estadístico R^2 carece de significado. El estadístico importante en este caso es el ratio de verosimilitud (LR, likelihood ratio). Si el valor de p (p -value) del LR es menor o igual a 0.05, entonces el LR es estadísticamente significativo, lo cual sugiere que todas las variables explicativas son colectivamente importantes en explicar la media condicional de la variable dependiente.

Otra forma de interpretar los resultados de un modelo estimado de Poisson es comparar el logaritmo de la verosimilitud (log-likelihood) restringido contra una la función no restringida del logaritmo de la verosimilitud. El primero es estimado bajo la hipótesis que no existen variables explicativas en el modelo, sino solo el término constante (ordenada al origen) mientras el segundo si contiene las variables explicativas.

Por ejemplo, si de la estimación de un modelo de Poisson el ratio de verosimilitud restringido tiene un valor de (-15822.38) y el ratio de verosimilitud no restringido un valor de (-5081.331), entonces numéricamente este último es mayor (menos negativo) que el primero. Puesto que el objetivo de la máxima verosimilitud es maximizar la función de verosimilitud, entonces se elige el ratio de verosimilitud no restringido; es decir, se elige el modelo que tiene todas las variables explicativas, el cual es estadísticamente significativo.

En el caso de que una de variable explicativa fuera una variable dicotómica, entonces la interpretación del coeficiente asociado a la misma tiene la siguiente interpretación. Supongase que la estimación de la regresión de un modelo de Poisson en el que una variable dada, digamos X tiene un parámetro asociado de 0.6464. Dado que el modelo de

regresión de Poisson es un modelo semilogaritmico, entonces esto se interpreta expresando que el valor promedio de la variable X es más alto por

$$100[e^{0.6464} - 1] = 100(1.9086 - 1) = 90.86\%$$

en relación a la categoría de comparación.

1.12. Estimación del parametro de dispersión

Una limitación del modelo de Poisson es el supuesto de que la media y la varianza de la variable dependiente son iguales. Esto rara vez ocurre en la practica empirica. La consecuencia de esto es la sobreestimación del excedente del consumidor.

En general los datos de conteo recopilados vía en la entrevista cara a cara con el consumidor de servicios ambientales son equidispersos, siendo la sobredispersión una de sus características. Entonces, la cuestion con los datos con una distribución de Poisson de acuerdo a Hilbe (2014) no es si los mismos estan o no sobredispersos, sino cuál es el grado de dispersión, y por lo tanto en la misma línea de razonamiento, las consecuencias de un alto grado de dispersión en los estimados de medidas en el cambio de bienestar del consumidor de servicios recreativos.

En el desarrollo de los estudios empíricos se han utilizado una variedad de pruebas para determinar sí los modelos utilizados realmente ajustan a sus datos disponibles. Una de las primeras pruebas para analizar el ajuste de la regresión de modelos de Poisson, como un miembro de la familia de modelos lineales generalizados, es la llamada prueba de bondad de ajuste desvianza (deviance). Este test esta basado en el llamado estadistico deviance, y fue durante muchos años el estadistico estandar utilizado por el algoritmo de minimos cuadrados interactivamente reponderados para buscar la convergencia en la estimación de los modelos lineales generalizados (Hilbe, 2012). Es actualmente practica común que los softwares en sus salidas desplieguen la deviance como el logaritmo de la verossimilitud como la base para la convergencia durante la estimación.

De acuerdo con Hilbe (2012) la sobredispersión es causada por una correlación positiva entre las respuestas de una encuesta o por un exceso de variación entre las probabilidades de las respuestas o conteos; la sobredispersión de los datos tambien ocurre cuando hay

violaciones a los supuestos de la distribución de los datos o cuando eventos mas tempranos influyen la ocurrencia de eventos subsecuentes.

Hilbe (2012) tambien señala que la sobredispersión puede causar que los errores estandar de los parametros esten subestimado; por lo que una variable puede parecer ser un predictor significativo cuando de hecho no lo es. La sobredispersión de un modelo se reconoce si el valor del estadístico χ^2 de Pearson dividido por los grados de libertad es mas grande que la unidad. El coeficiente es llamado la dispersión. Si los valores de la dispersión son pequeños ello no causara problemas; sin embargo si su valor es mas grande que 1.25 para tamaños moderados de muestra, entonces sera necesario buscar algun modelo alternativo como lo es el modelo binomial negativo.

En el caso de existir equidispersión, entonces el indicador de la dispersión sera aproximadamente igual a unidad. No obstante, deben hacerse las pruebas de hipotesis necesarias para asegurarse que no existe sobredispersión. Como señala Hilbe (2012), el análisis para testear el problema de sobredispersión debe realizarse con sumo cuidado, pues tambien puede ocurrir la aparente sobredispersión.

La sobredispersión aparente ocurre debido a las siguientes causas:

1. Omisión de variables explicativas relevantes.
2. Valores extremos (aberrantes) en el conjunto de datos.
3. El modelo no incluye terminos de interacción entre las variables.
4. Un predictor necesita ser transformado a otra escala (logaritmo o raiz cuadrada).
5. La función de enlace esta mal especificada.

De esta manera si se detecta que existe sobredispersión aparente, esta se corrigira si se adiciona la variable explicativa relevante, construir y agregar las debidas interacciones entre variables, transformar los predictores necesarios o la variable respuesta o ajustar los valores extremos o se utiliza la función de enlace correcta.

1.13. Modelo binomial negativo

Si se esta en presencia de sobredispersión en los datos de contea obtenidos de una encuesta Hilbe recomienda utilizar algunos remedios para tratr con ella antes de utilizar un modelo de regresión binomial negativo.

Entre las correcciones aplicadas para tratar con la sobredispersión y la problemática de los errores estandar subestimados esta la de escalar los errores estandar por la raíz cuadrada de la dispersión, la cual es conocida como familia quasipoisson entre los usuarios del software CRAN-R. No obstante entre los especialistas en datos de conteo es común utilizar errores estándar robustos o ajustar dichos errores estandar mediante el método del bootstrapp.

Si mediante las tecnicas referidas en el párrafo anterior no es posible corregir la sobredispersión entonces se recomienda utilizar el modelo binomial negativo.

II. Revisión de Literatura

La cantidad de referencias teóricas e investigación empírica sobre el método de costo individual y el método de costo zonal es vasta; principalmente en el idioma inglés. La corriente principal y desarrollos teóricos provienen de las instituciones anglosajonas. En América Latina los desarrollos teóricos son escasos mientras que las aplicaciones empíricas se reducen a aplicar las teorías económicas y econométricas a estudios particulares, principalmente en Colombia y Chile. En el caso de México, son contados los estudios de aplicación de costo de viaje.

En este apartado se revisan los seis principales documentos de investigación que aplican la metodología de los mercados sustitutos o de costo de viaje, pues la mayoría de los disponibles enuncian la misma teoría proveniente de fuentes como Freeman III *et al* (2014), Habb y McConnell (2003), entre otros, con variaciones particulares debido a los datos recopilados en las condiciones locales de los respectivos países.

Hernández *et al* (2017) en su trabajo "*Estimación de cuotas diferenciadas para permisos de pesca deportiva en Los Cabos, México. Un enfoque de costo de viaje*" estimaron los montos diferenciados para los permisos de pesca deportiva en México mediante el método de costo de viaje. El estudio fue realizado en el estado de Baja California Sur por ser el estado donde más de permisos de pesca otorgó en 2012 (90,296) especialmente en Los Cabos, sitio que es el de mayor afluencia para la pesca. La metodología econométrica fue la estimación del modelos de regresión de Poisson y el modelo binomial negativo, pues la variable respuesta de su base de datos es una variable de conteo.

En el estudio se plantea que utilizando el método costo de viaje, propuesto por la economía ambiental para establecer cuotas de acceso a sitios recreativos, es posible establecer una línea base para proponer nuevos montos a los permisos de pesca deportiva (diarios, semanales, mensuales y anuales) en Los Cabos. El estudio también busca incorporar la abundancia relativa de especies para esta actividad (mensurada mediante la tasa de captura como un determinante de la demanda por viajes de pesca deportiva en la zona de estudio, y comprobar la sensibilidad (elasticidad) de la demanda ante cambios en la tasa de captura.

Los resultados del estudio mostraron que el monto estimado para el permiso diario es de \$40.60 dólares, y para el permiso semanal, mensual y anual se estimaron montos que oscilan entre los \$54.055 dólares y \$54.493 dólares. El estudio propone dos escenarios de tarifas para permisos de pesca deportiva en los escenarios uno y dos, con lo cual podrían recaudar 4,788 y 4,789 millones de dólares respectivamente.

Poor y Smith en su estudio de 2004 "*Travel cost analysis of a cultural heritage site: the case of historic St. Mary's City of Maryland*" destacan que la Ciudad histórica de St. Mary marcó el siglo XVII como capital colonial del estado norteamericano de Maryland y por lo tanto, como la mayoría de los sitios con un gran patrimonio cultural, puede ser clasificada como un bien que tiene características de los bienes públicos y por lo tanto los beneficios estimados para su bienestar deben utilizar las técnicas de valoración aplicada a bienes que carecen de un mercado. Destacan que en su estudio que hasta antes de su investigación la metodología de valoración de utilizada en la investigación de sitios con un gran patrimonio cultural involucraba los métodos de preferencias declaradas. Por lo tanto, su estudio fue uno de los primeros en emplear la metodología de preferencias reveladas; es decir el modelo de costo de viaje para estimar las medidas de bienestar del excedente del consumidor de un sitio con patrimonio cultural. Los autores analizaron una muestra de datos de tres años para comparar tres formas funcionales de la demanda de visitantes. El promedio de excedente del consumidor individual estuvo en el rango de entre \$8.00 dólares y 19.26 dólares, dependiendo de la forma funcional utilizada. La agregación el número total de visitantes de la Ciudad de St. Mary, el beneficio anual fluctuó entre \$75,492 dólares a \$176,550 dólares.

Edwards *et al* en su investigación de 2011 "*The economic value of viewing migratory shorebirds on the Delaware Bay: an application of the single site travel cost model using on-site data*" estimaron un modelo de datos de conteo de la demanda de recreación usando datos de una encuesta aplicada a observadores de aves a quienes visitaron el suroeste del estado norteamericano de Delaware durante la migración anual de cangrejos de herradura / aves playeras de un mes de duración de 2008. En el trabajo solo se analizaron los viajes realizados durante el día. Sus estimados variaron en un rango de \$32 dólares a \$142 dólares por viaje por hogar o \$131 dólares a \$582 dólares por temporada por hogar. Estos montos corresponden a dólares de 2008. De acuerdo con los investigadores, la variación se debió a diferencias en el valor del tiempo. El tamaño de la familia fue de 1.66 miembros. En el

estudio se encontró que los resultados de la valoración fueron sensitivos a la inclusión de covariantes en el modelo. Se concluye que los resultados obtenidos son útiles para la evaluación de daños y el análisis costo-beneficio donde la práctica de observación de aves es afectada.

Wilman and Pauls (1987) investigan la sensibilidad de excedente del consumidor estimado generado por el método de costo de viaje individual con respecto al tratamiento de los sitios sustitutos, el tratamiento de los costos del tiempo y acerca de sí es posible o no corregir el sesgo de los parámetros estimados debido a la naturaleza de truncamiento en cero de la variable dependiente (visitas o viajes al sitio recreativo).

Respecto a los sitios sustitutos los investigadores señalan que estos son importantes en la estimación de la curva de demanda para un sitio recreativo. Indican que las variables usualmente incluidas son los precios de los sitios sustitutos y que la omisión de esta variable puede crear sesgo en los coeficientes estimados. La dirección del sesgo depende del signo y el grado de correlación entre las variables omitidas y las incluidas en la ecuación de demanda. Si por ejemplo, si se omite el precio del sitio sustituto pero esta está correlacionado con el precio del sitio dado, entonces el coeficiente estimado asociado a la variable precio del sitio dado esta sesgado hacia arriba; es decir, el parámetro estimado será demasiado pequeño, por lo que el excedente del consumidor sea sobre estimado.

El caso de los costos del tiempo es otro de las variables relevantes en el modelo de costo de viaje individual. El tiempo que se sacrifica para poder realizar un viaje por motivos de recreación también representa un gasto para el consumidor. Se señala que se puede asumir que el largo de la visita no cambia cuando los precios (a partir de los cuales se calculó el costo de viaje) cambian, entonces los costos del tiempo que permanece el consumidor en el sitio de recreación, pueden ser ignorados. Es decir, el costo de tiempo de viaje hacia y desde el sitio es el único costo de tiempo relevante.

El costo del tiempo de viaje tiene un costo de oportunidad, pero este puede ser parcialmente compensado por algunos beneficios positivos, si el viaje es agradable. Al respecto cabe comentar que mucho se ha estudiado sobre el costo de oportunidad que se debe asignar al tiempo que requiere el viaje de ida al sitio y desde el sitio al lugar de origen del consumidor. Entre estos autores esta Cesario (1976), quien inicio la práctica seminal de asignar una

fracción de la tasa salarial al mencionado tiempo de traslado de ida y vuelta. La tasa salarial asignada en la vasta cantidad de estudios sobre el costo del tiempo varía desde un 10% hasta el 100% de la tasa salarial prevaleciente en el país o región donde se realiza el estudio.

Adicionalmente, los autores analizan las tres cuestiones planteadas al principio utilizando datos de una encuesta realizada en el área de Upper Oldman en el suroeste de Alberta, Canadá. La encuesta fue llevada a cabo por la Alberta Wilderness Association en el verano de 1984.

Con el propósito de testear la sensibilidad del beneficio excedente estimado de los consumidores para el área de Upper Oldman el tratamiento de los sitios sustitutos, el tratamiento de los costos del tiempo y acerca de sí es posible o no corregir el sesgo de los parámetros estimados debido a la naturaleza de truncamiento en cero de la variable dependiente los autores se estimaron un número importante de curvas de demanda. En el proceso se incluyó y excluyó un precio para el sitio sustituto más cercano. Además utilizaron dos estimaciones diferentes para el costo de oportunidad del tiempo de viaje, un tercio de la tasa salarial y el salario completo. Las curvas de demanda se estimaron con y sin consideración del posible sesgo de truncamiento; el enfoque de Heckman se utilizó para corregir el sesgo de truncamiento. La forma funcional semilogarítmica se estimó como una alternativa al enfoque Heckman

Las conclusiones que extrae del respectivo análisis son que el tratamiento del costo del tiempo y los sitios sustitutos pueden tener una influencia sustancial en el tamaño de las estimaciones de los excedentes de los consumidores. Además, aseveran que la omisión de la variable de precio sustituto puede afectar la magnitud del cambio excedente del consumidor causado por la variación en el costo del tiempo. De este análisis se desprende que ignorar la existencia de truncamiento no afectará seriamente los resultados del análisis. Sin embargo, esto puede no ser válido en otros conjuntos de datos.

De acuerdo con los autores, en vista de los resultados anteriores, uno podría cuestionar la utilidad del método de costo de costo de viaje; sin embargo, la solución no es descartar el enfoque, sino usarlo con criterio y dirigir la investigación hacia su mejora. Recomiendan que un analista siempre presente algunos análisis de sensibilidad de las estimaciones de

beneficios (o pérdidas) excedentes de los consumidores, parámetros variables o hipótesis sobre las cuales existe incertidumbre. Dado que uno de los parámetros clave que causa la variación en las estimaciones de excedentes de los consumidores son los costos de tiempo, es esencial que se realicen más investigaciones para proporcionar estimaciones más precisas del costo de oportunidad del tiempo utilizado en estos sitios.

El artículo de Blaine *et al* “An examination of sources of sensitivity of consumer surplus estimates in travel cost models” constituye uno de los más recientes y es una piedra fundamental para cualquier estudio de aplicado de beneficio excedente del consumidor. En la investigación se hace un recuento de la problemática estadística, econométrica y de la objetividad de la teoría microeconómica en estudios empíricos.

En el estudio se analiza la problemática que el investigador encuentra cuando en la muestra recopilada, en el sitio recreativo y cara a cara con los visitantes, existe el problema de la estratificación endógena. La estratificación endógena se presenta cuando los residentes locales habitan en localidades muy próximas al sitio recreativo. Esto causa que estos consumidores realicen un número de visitas muy superior a aquellos visitantes que provienen de destinos distantes. La solución al problema de la estratificación endógena es aplicar la llamada corrección de Englin, que consiste en sustraer una un viaje a cada entrevistado.

Un segundo tópico que analizado en el estudio de Blaine *et al* es la sensibilidad del excedente del consumidor debido al truncamiento de datos en ambos lados del continuo de la escala en que son medidos los datos de conteo. Se destaca el hecho que en el límite inferior, la truncación es hecha en cero *de facto*, puesto que las visitas no pueden ser negativas. En el límite superior, la truncación de los conjuntos de datos rechazan visitas que se realicen de sitios relativamente lejos del destino turístico y que las observaciones con “excesivas” visitas han llegado a ser comunes también. Se afirma también que los investigadores han adoptado una serie de medidas *ad hoc* para eliminar observaciones con costo extremadamente grandes y respuestas con números excesivamente grandes de visitas, en la creencia de que la inclusión de estos valores extremos producirá parámetros sesgados y valores inflados del excedente del consumidor. No obstante, se recalca que

existen pocas maneras sistemáticas acerca de los efectos sobre la exclusión de estas observaciones sobre ésta medida del bienestar del consumidor.

Un tercer problema analizado en el trabajo de Blaine *et al* (2015) es el sobre por qué sí la microeconomía postula la relación directa entre el número de vistas al sitio recreativo y el ingreso, en la gran mayoría de estudios empíricos la relación es inversa. Al respecto, se señala que este aspecto ha sido descuidado aún por los más destacados investigadores en el tema de la valoración ambiental, pues el hecho es solo mencionado en los resultados de las investigaciones sin ahondar en el tema. De esta manera este el corazón del estudio de Blaine *et al*. Estos autores investigan cuál puede ser la razón de tal relación inversa y concluyen que es posiblemente la exclusión de interacciones entre la variable costo de viaje de las visitas y el ingreso lo que causa este hecho. El principal resultado del estudio es determinar el punto a partir del cual el signo de parámetro asociado al ingreso es negativo hacia abajo y a su vez positivo hacia arriba. Se encuentra que es para los consumidores de bajo ingreso para los cuales el signo del parámetro asociado al ingreso es negativo y que para los consumidores de un ingreso relativamente alto o alto el referido signo es positivo.

III. Metodología

En el presente capítulo se expone el procedimiento metodológico utilizado en la presente investigación. En primer lugar se explica la localización del área de estudio. Seguidamente el procedimiento realizado para el levantamiento de la encuesta. En tercer lugar se exponen los pasos seguidos para cuantificar el costo de viaje total. Finalmente se mencionan detalles sobre el software estadístico utilizado.

3.1. Localización de la presa La Boquilla

La presa de La Boquilla, está ubicada en el cauce del Río Conchos, en el municipio de San Francisco de Conchos, Chihuahua. San Francisco de Conchos posee una superficie de 1,169 kilómetros cuadrados en la latitud norte: 27.5333 y longitud oeste: -105.4. Su territorio es plano, generalmente interrumpido por pequeños lomeríos. La altitud promedio sobre el nivel del mar es de 1,230 metros.

La presa La Boquilla se construyó entre 1910 y 1915 y tiene una capacidad de 2,894 hectómetros cúbicos de agua (CNA, 2014). La Boquilla cuenta con el más grande cuerpo de agua de Chihuahua y sus dimensiones aproximadas son tres kilómetros de ancho por ocho kilómetros de largo y es un destino turístico de importancia económica para el municipio y es el segundo destino turístico de la entidad durante verano para vacacionar. Junto con una pequeña represa llamada Lago Colina, estas aguas se aprovechan para amenidades y actividades deportivas acuáticas. Entre estas se tienen paseos en lancha y acuamotos, esquí, pesca, campamentos nocturnos, apreciación del paisaje, toma de fotografías, observación de aves, en especial en la temporada invernal cuando llegan patos, gansos incluso pelicanos, entre muchas otras especies animales. Entre la infraestructura turística se cuenta con cabañas y zonas de acampar así como dos balnearios de gran importancia turística los cuales son La Boquilla y El Tigre. A lo largo del año se realizan diversos torneos estatales de esquí y competencias de lanchas de alta velocidad (Rubio et al, 2014).

3.2. Levantamiento de la encuesta

El estudio original para el cual se levantó la información utilizada en el presente estudio fue realizado para el Fondo Mundial (WWF) para la Naturaleza en el año de 2005. El número

de cuestionarios aplicados en cuatro sitios recreativos enclavados en el área de la presa La Boquilla fue de 483. Estos sitios fueron El Tigre, Lago Colina, Los Altos y Los Filtros

La presente investigación utiliza una submuestra de 213 observaciones. Siguiendo las indicaciones de los manuales e investigaciones empíricas sobre el costo de viaje, la aplicación de los cuestionarios se realizó en el mes de marzo de 2005 en la temporada de Semana Santa. El cuestionario se aplicaba a visitantes seleccionados aleatoriamente de entre las familias que se encontraban en los sitios referidos.

Una advertencia importante respecto a la muestra es que ésta no es una muestra probabilística. Esto por carecer de un marco de muestreo, pues su construcción y mantenimiento contaría con grandes dificultades y costos, porque difícilmente se podría contar con un padrón de visitantes que concurren cada temporada a lo largo de un año.

El cuestionario aplicado para la obtención de la información utilizada en el estudio realizado para el Fondo Mundial para la Naturaleza en 2005 se encuentra en los Anexos.



Figura 3.1. Presa de la Boquilla, municipio de San Francisco de Conchos, Chihuahua

3.3. Calculo de costo total del viaje

La metodología de preferencias reveladas es también llamada de los mercados sustitutos. Esto porque en el caso de los recursos naturales como bosques, aguas, etc., tiene las dos características de los bienes públicos: la no rivalidad de su consumo y no exclusión en el consumo. Consecuentemente no existe un mercado de este tipo de bienes y por lo tanto tampoco un precio de mercado. Debido a ello es necesario construir el precio a través de las preferencias reveladas de los consumidores de dichos bienes o los servicios que éstos prestan.

El costo en el que incurre es consumidor para disfrute de los servicios recreativos proporcionados por el agua contenida, por ejemplo, en una presa, es un precio que hay que construir a través de los gastos realizados para su traslado de su sitio de origen al sitio recreativo.

En el presente estudio el costo total de viaje se construyó incluyendo:

1. Gasto en gasolina
2. Costo de comidas y hospedaje realizados durante el viaje
3. Si el traslado fue en transporte público, se contabilizó el costo de boleto
4. Costo de renta de equipo para realizar paseo en lancha, remo, etc.
5. Costo de acceso al sitio recreativo enclavado en la presa La Boquilla (en caso de haber cobro).

No se asignó un costo al tiempo de traslado de ida y vuelta. Es práctica común asignar algún porcentaje de la tasa salarial prevaleciente en el mercado del país en el que se realiza una valoración económica utilizando el método de costo de viaje. No obstante, en México, desde hace aproximadamente tres decenios, los salarios no los determina el mercado, éstos son administrados por decreto por el Estado por la política macroeconómica de control de la inflación. De esta manera los salarios prevalecientes no reflejan el costo de oportunidad del tiempo sacrificado entre recreación y trabajo.

3.4. Software utilizado

El software estadístico utilizado fue el nlogit 5 el cual tres entre sus opciones para ajustar modelo estadísticos de datos de conteo está el modelo de regresión de Poisson y el modelo binomial negativo.

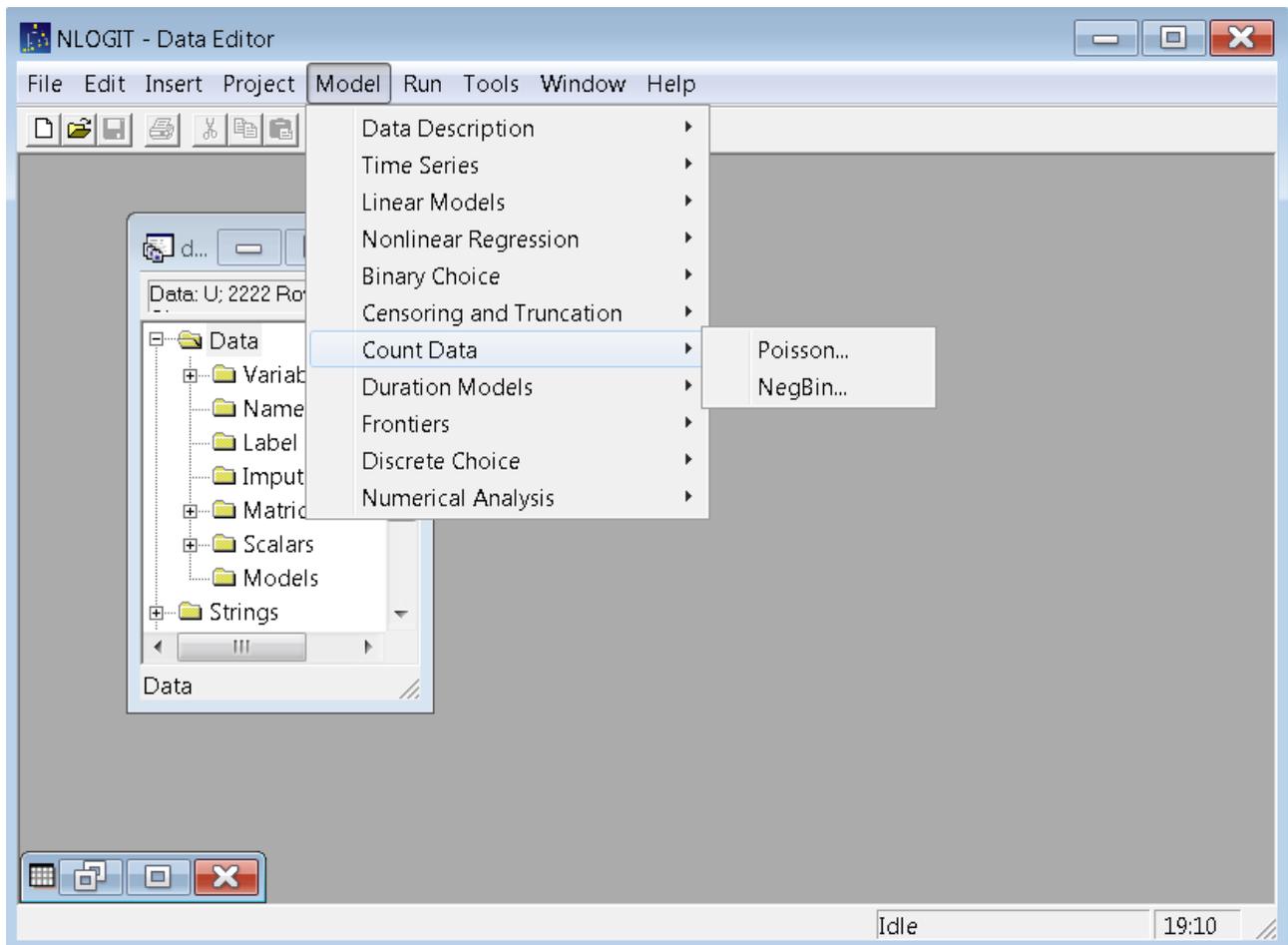


Figura 3.2. Opciones del nlogit 5 para ajuste de datos de conteo

Los datos ajustados se corrieron tal como se obtuvieron en la encuesta. Es decir no se realizó ningún ajuste de los mismos para el problema de la estratificación endógena. No se eliminaron datos de valores extremos, o el problema del truncamiento en cero de los datos de conteo.

IV. Resultados y discusión

En el modelo de regresión de Poisson se incluyeron ocho covariantes y su descripción se muestran en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Variables del modelo del costo de viaje

Variable	Descripción	Escala	Unidades/niveles	Signo esperado
NVIA	Número de visitas o viajes a la presa La Boquilla, es la variable dependiente	discreta de conteo	Viajes por persona	n.a.
CTV	Costo Total de Viaje	Continua	\$/viaje	Negativo
INGRES	Ingreso de la cabeza de familia	Continua	\$/mes	Positivo
EDAD	Edad del entrevistado	Continua	años	Positivo
ESCOLAR	Años de educación	Ordinal	1 = Primaria 2 = Secundaria 3 = Bachillerato 4 = Licenciatura 5 = Posgrado	Positivo
GENERO	Variable que describe si el entrevistado es hombre o mujer	Dicotómica	0 = Mujer 1 = Hombre	Sin determinar a priori
CONGSIT	Congestionamiento del sitio	Dicotómica	0 = Congestionado 1 = No congest.	Sin determinar a priori
CALIAG	Calidad del agua	Dicotómica	0 = Mala 1 = Buena	Sin determinar a priori
CANTAG	Cantidad de agua	Dicotómica	0 = Escasa 1 = Suficiente	Sin determinar a priori

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto es importante hacer las siguientes anotaciones. En el caso de la variable Calidad del Agua originalmente las opciones de respuesta que se daban al entrevistado, consistió de cinco niveles; a saber:

Muy pobre	=	1
Pobre	=	2
Buena	=	3
Excelente	=	4
No sabe	=	5

No obstante, dada la dificultad de interpretar los parámetros asociados a dicha variable en el modelo de regresión; se optó por categorizar los primeros cuatro niveles de las respuestas en solo dos; lo cual se facilita la interpretación del mencionado parámetro. La opción de respuesta “No sabe” se consideró como un valor perdido y como tal se codificó en los datos

que proceso el software estadístico utilizado, con la desventaja de perder observaciones de la muestra. La categorización resultante es la siguiente.

Muy pobre	Mala	=	1
Pobre			
Buena	Buena	=	2
Excelente			

Lo mismo se hizo para la variable de Cantidad del Agua. Las respuestas del entrevistado consistía de cuatro respuestas y no había opción en la que el entrevistado respondiera no saber la respuesta. La categorización se hizo como sigue.

Escasa	Escasa	=	1
Adecuada			
Suficiente	Suficiente	=	2
Excelente			

La recodificación de ambas variables es lo que parece finalmente en el cuadro de descripción de las variables.

3.1. Resultados estadísticos y econométricos

En el Cuadro 4.2 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables continuas utilizadas en el estudio.

Cuadro 4.2. Estadísticos descriptivos de las variables continuas

Variable	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
Número de viajes	5.50	11.91	1	52
Costo viaje	914.29	983.81	30	6500
Ingreso mensual	6,169	2,817	2,000	10,000
Edad	34	10	18	65

Fuente: elaboración propia.

Las variables cualitativas, sus respectivos niveles y las frecuencias de éstos se muestran en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Niveles y frecuencias de las variables cualitativas

Variable	Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Escaridad	Primaria	13	6.1
	Secundaria	37	17.4
	Bachillerato	75	35.2
	Licenciatura	82	38.5
	Postgrado	6	2.8
	Total		213
Genero	Mujer	48	22.5
	Hombre	165	77.5
	Total	213	100.0
Congestión del sitio	Si	84	39.4
	No	129	60.6
	Total	213	100.0
Calidad del agua	Mala	44	20.7
	Buena	154	72.3
	No sabe	15	7.0
	Total	213	100.0
Cantidad de agua	Escasa	33	15.5
	Suficiente	180	84.5
	Total	213	100.0

Fuente: elaboración propia

La corrida del modelo de regresión de Poisson se realizó con el paquete estadístico nlogit 5. De acuerdo con los resultados de la corrida el modelo convergió en la cuarta iteración.

De acuerdo a lo esbozado en el marco teórico, si se utiliza el ratio de verosimilitud (LR) para evaluar la significancia global del modelo vemos que el ratio de verosimilitud del modelo restringido (aquel que solo contiene el término constante) y el modelo no restringido tiene los siguientes valores:

$$\begin{aligned} LR_{\text{restringido}} &= -1566.10511 \\ LR_{\text{no restringido}} &= -1206.70996 \end{aligned}$$

Numéricamente se observa que el LR no restringido es numéricamente mayor (menos negativo) que el LR restringido, Puesto que el objetivo de la máxima verosimilitud es maximizar la función de verosimilitud, entonces se elige el ratio de verosimilitud no restringido; es decir, se elige el modelo que tiene todas las variables explicativas, el cuál es estadísticamente significativo.

Cuadro 4.4. Parámetros estimados del modelo de Poisson

NVIA	Parámetro (β^i s)	Error estándar	z	z >Z	Intervalo	
Constante	2.70275	0.17052	15.85	0.0000	2.36853	3.03696
CTV	-0.00078	.6876D-04	-11.38	0.0000	-0.00092	-0.00065
INGRES	-0.00010	.1290D-04	-8.06	0.0000	-0.00013	-0.00008
EDAD	0.01146	0.00305	3.75	0.0002	0.00547	0.01744
ESCOLAR	-0.18856	0.03458	-5.45	0.0000	-0.25633	-0.12078
GENERO	0.35074	0.07926	4.43	0.0000	0.19540	0.50609
CONGSIT	-0.52675	0.06379	-8.26	0.0000	-0.65179	-0.40172
CALIAG	0.00100	0.00023	4.40	0.0000	0.00055	0.00144
CANTAG	0.32983	0.08331	3.96	0.0001	0.16655	0.49310

Nota: todos los parámetros son significativos al 1%.

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, podemos afirmar que individualmente todas las variables explicativas son estadísticamente distintas de cero pues su valor de p (*p-value*) es menor que 0.05 y el valor de z es mayor que dos.

En el caso de la variable dicotómica Congestión del Sitio tiene un parámetro asociado de -.52675. Dado que el modelo de Poisson es un modelo semilogarítmico, entonces el resultado se interpreta expresando que el valor promedio de la variable Congestión del Sitio es menor por

$$100[e^{-0.52675} - 1] = 100(0.590521 - 1) = -40.95\%$$

en relación a la categoría de comparación.

En el caso de la variable dicotómica Calidad del Agua tiene un parámetro asociado de 0.00100. Enunciando el mismo argumento anterior, dado que el modelo de Poisson es un modelo semilogarítmico, entonces el resultado se interpreta expresando que el valor promedio de la variable Congestión del Sitio es menor por

$$100[e^{0.00100} - 1] = 100(1.0010005 - 1) = 0.1001\%$$

en relación a la categoría de comparación.

Respecto a la variable dicotómica Cantidad de Agua, tiene un parámetro asociado de 0.32983. De esta forma, dado que el modelo de Poisson es un modelo semilogarítmico, entonces el resultado se interpreta expresando que el valor promedio de la variable Congestión del Sitio es menor por

$$100[e^{0.32983} - 1] = 100(1.3907317 - 1) = 39.073\%$$

en relación a la categoría de comparación.

En relación a la variable Escolaridad, al ser una variable ordinal con cinco niveles, es difícil interpretar su significado econométrico, por lo que solo se hace referencia a su signo esperado más adelante.

3.2. Resultados económicos

Los resultados económicos se refieren al análisis de si los signos esperados son los “correctos” según lo propuesto por la teoría económica. De esta manera, en el caso se encontró una relación inversa entre el número de visitas y el costo total de viaje, pues la función estimada es una función de demanda.

La relación encontrada entre el número de visitas y el ingreso mensual del consumidor de servicios ambientales es una relación inversa. No obstante, el signo esperado era positivo. Al respecto, como argumenta Blaine *et al*, la relación directa esperada entre el número de viajes y el ingreso del consumidor es una de las relaciones mayormente apoyada y fundamentada por la teoría microeconómica. Sin embargo, la vasta mayoría de estudios empíricos sobre costo de viaje, la relación entre el número de visitas y el ingreso resulta ser negativa. Este autor resalta el hecho que tales estudios empíricos, los autores solo se reducen a mencionar tal resultado, sin ahondar el qué del mismo. De esta manera, la relación negativa resultante entre tales variables, es uno de los tópicos de mayor controversia que requiere la búsqueda que de acuerdo con Blaine *et al*, una mayor profundidad en el análisis; por ejemplo, en su estudio se analiza la incorporación de interacción entre ambas variables, lo cual parece explicar que existe un estrato de consumidores (bajo ingreso) de servicios ambientales para los que tal relación es negativa,

y otro estrato (los de mayor ingreso) para los que la relación número de viajes e ingreso es positiva.

Respecto a los signos esperados de la variable Edad, el resultado fue positivo, como se esperaba, pues se asume que a mayor edad del consumidor de servicios ambientales, la probabilidad de que realice un mayor número de viajes aumenta.

En el caso del signo esperado del grado de escolaridad, es sentido común que a mayor grado de escolaridad, la probabilidad de que el consumidor realice un mayor número de viajes se incrementa; sin embargo, el signo esperado resultó ser negativo. Al respecto, no se excluyó dicha variable del modelo ajustado, sin embargo es necesario un mayor fundamentación acerca de si tal variable guarda una relación positiva o una negativa en el caso específico de los modelos de probabilidad, como lo es el modelo de Poisson.

Respecto a las otras cuatro variables (Género, Congestión del Sitio, Calidad del Agua, Cantidad de Agua) no se esperaba una relación (directa o indirecta) establecida a priori entre éstas y el número de visitas; por lo que se considera que los signos esperados resultantes en la estimación meramente estadística son los correctos.

3.3. Beneficio excedente del consumidor

De acuerdo con el marco teórico el excedente del consumidor (EC) se calcula a partir de la expresión

$$EC = -\frac{V}{\beta_1}$$

donde EC denota el excedente del consumidor, V el número de viajes promedio y β_1 es el parámetro asociados a la variable costo total. Nótese que el parámetro β_1 es negativo y al cociente del número de viajes promedio y tal parámetro le precede un signo negativo. De esta manera el excedente del consumidor es

$$EC = -\frac{V}{\beta_1} = -\frac{5.5023}{-0.00078} = 7054.3$$

De esta manera este excedente de \$7,054.3 pesos corresponde a la muestra de 213 visitantes. Por lo que el excedente promedio para cada visitante de la muestra es de \$33.12. Este valor se interpreta como el excedente o bienestar neto que en promedio cada visitante de la presa La Boquilla obtiene de su visita a la presa. Es decir sería el bienestar perdido, en caso de no poder no haber podido visitar éste sitio recreativo donde el motivo de atracción son las actividades recreativas asociadas al agua.

3.4. Valor total de los servicios recreativos

Una vez que se ha obtenido la media del beneficio excedente del consumidor, para estimar el monto total del servicio recreativo que genera la presa de la Boquilla solo se multiplicara tal excedente por el número de visitantes de la presa. Al respecto, el número de visitantes anuales para el año en que se recopiló la muestra es desconocido, pues no existen cifras oficiales al respecto. Por lo tanto, si se asume que el número de visitantes por año es de 500 mil al año, entonces el valor del servicio ambiental recreativo que genera la Presa La Boquilla en el estado de Chihuahua es de \$16, 560, 000 de pesos.

V. Conclusiones y recomendaciones

En este apartado se enuncian las conclusiones derivadas de la aplicación del modelo de regresión de Poisson a un conjunto de datos donde la variable respuesta es una variable de conteo, con el propósito de cuantificar el beneficio excedente que el consumidor de servicios recreativos ambientales (proporcionados por el recurso público agua) obtuvo al trasladarse de su sitio de origen a la presa La Boquilla, en el municipio de Camargo y Casas Grandes, Chihuahua.

5.1. Conclusiones

Respecto a los resultados estadísticos y econométricos se concluye que:

1. La aplicación del modelo de regresión de Poisson permitió estimar el concepto microeconómico de beneficio excedente del consumidor de servicios ambientales recreativos. El modelo de Poisson ajusta a conjuntos de datos donde la variable dependiente es de conteo, truncada en cero y sus valores son enteros no negativos.
2. El modelo de regresión Poisson es un caso específico de la familia de modelos exponenciales; que a su vez son un caso particular de los modelos lineales generalizados.
3. El modelo de Poisson se caracteriza porque su media y su varianza son iguales. No obstante en la realidad, este supuesto estadístico rara vez se cumple en la investigación empírica de las ciencias sociales.
4. El parámetro de dispersión estimado muestra que el conjunto de datos utilizado para la estimación del modelo de regresión de Poisson adolece de sobredispersión por lo que los parámetros estimados pueden estar sesgados.
5. La presencia de sobredispersión en el conjunto de datos de la encuesta levantada en los cuatro sitios recreativos enclavados en la presa de La Boquilla, se refleja en una aparente alta significancia a nivel individual de los parámetros manifiesto en altos valores del estadístico z y en los bajos valores de los valores del error estándar de los parámetros estimados que en caso del costo total de viaje z es igual a (-11.38) y el error estándar de (0.00006876).

Respecto a los resultados económicos se concluye que:

6. Los signos esperados de la relación número de visitas versus la variable costo total de viaje es una relación inversa, por lo tanto se ésta estimando una función de demanda de servicios recreativos proporcionados por el recurso natural agua de la presa La Boquilla.
7. El signo esperado de la relación número de visitas e ingreso se presenta la regularidad que muchas investigaciones empíricas han encontrado: la relación es inversa, cuando es de esperar que si el ingreso del consumidor aumenta, el número de viajes al sitio recreativo de la presa La Boquilla aumente. Se conserva tal variable pues la teoría microeconómica permite esta posibilidad de relación inversa, en cuyo caso se dice que el servicio recreativo se comporta como un “bien” inferior.
8. El beneficio excedente del consumidor estimado promedio para los consumidores de servicios recreativos ambientales en el área de la presa La Boquilla se estimó en \$33.12.
9. Bajo el supuesto de 500,000 mil visitantes anuales para disfrute de los servicios recreativos prestado por el agua de la presa La Boquilla, en el municipio de Camargo, Chihuahua, la valoración económica del sitio se estimó en \$16,559,390.

5.2. Recomendaciones

Dado que hay evidencia estadística de sobredispersión en el conjunto de datos de la encuesta recopilada mediante el método de preferencias reveladas, es necesario adoptar formas funcionales ms flexibles que ´permitan corregir la probable sobreestimación del beneficio excedente del consumidor y consecuentemente la valoración económica del área recreativa.

La forma funcional que permitiría solucionar el problema de la sobredispersión en el conjunto de datos es el modelo de regresión binomial negativo, por lo que se recomienda su utilización en futuras investigaciones.

Bibliografía

Azqueta D., Alviar M., Domínguez L., O’Ryan R. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*. Mc Graw Hill/Interamericana de España, S.A.U. Segunda Edición.

Blaine, T., W., Lichtkoppler, F., R., Bader, T., J. Hartman, T. J. and Lucente, J., E. (2015). An examination of sources of sensitivity of consumer surplus estimates in travel cost models. *Journal of Environmental Management* 151: 427-436.

Cesario, Frank J. (1976). Value of time in recreation benefit studies. *Land Economics* 52: 32-41.

Comisión Nacional del Agua-CONAGUA (2014). Estadísticas del agua en México. Edición 2014.

Dixon, J., Pagiola, S. (1998). Análisis Económico y Evaluación Ambiental. Environmental Assessment Source Book. Environment Department. The World Bank. Numero 23, Abril 1998.

Edwards, Peter, E., T., Parsons, George, R. and Myers, Kelley, H. (2011). The economic value of viewing migratory shorebirds on the Delaware Bay: an application of the single site travel cost model using on-site data. *Human Dimensions of Wildlife*, 16:435–444. DOI: 10.1080/10871209.2011.608180

Freeman III, Myrick, Herriges, Joseph, A. and Kling, Catherine, L. (2014) The measurement of environmental and resource values. Third edition, RFF Press.

Gujarati, D. (2011). *Econometrics by example*. Palgrave editors, USA.

Habb Timothy C., McConell Kenneth E. (2002). *Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometric of Non-Market Valuation*. Cheltenham, UK and Northampton, MA: Edward Elgar.

Hernández, Trejo, V., Avilés, Polanco, G., Ponce, Díaz, G. y Lluch Beld, D. (2017). Estimación de cuotas diferenciadas para permisos de pesca deportiva en Los Cabos, México. Un enfoque de costo de viaje. *Economía. Teoría y Práctica • Nueva Época*, número 46, enero-junio.

Loomis, J. B., Yorizane, S. and Larson, D. (2000). Testing significance of multi-destination and multi-purpose trip effects in a travel cost method demand model for whale watching trips. *Agricultural and Resource Economic Review* 29 (2): 183-191.

McKean, J. R., Johnson, D., Taylor, R. G. (2015). Three approaches to time valuation in recreation demand: A study of the Snake River recreation area in eastern Washington. *Journal of Environmental Management* 151: 427-436

Mendieta L. Juan Carlos (2001). *Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables: Aplicaciones de las Técnicas de Valoración No Mercadeable y el Análisis Costo Beneficio y Medio Ambiente*. Universidad de los Andes, documento CEDE 99-10, Bogotá-Colombia.

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo “Nuestro futuro común”. Documentos Oficiales de la Asamblea General, cuadragésimo segundo período de sesiones, Suplemento No. 25 (A/42/25).

Poor, Joan, P. and Smith, Jaime, M. (2004). Travel cost analysis of a cultural heritage site: the case of historic St. Mary’s City of Maryland. *Journal of Cultural Economics* 28: 217–229.

Rubio A., H. O., Ortiz D., R. C., Quintana M., R. M., Saucedo T., R. A., Ochoa R., J. M. y Rey B., N. I. (2014). Índice de calidad de agua (ICA) en la presa La Boquilla en Chihuahua, México. *Ecosistemas y Recurso Agropecuarios* 1(2):139-150,2014

Timothy C. Haab, Timothy, C. and McConnell, Kenneth, E. (2003). *Valuing environmental and natural resources. The econometrics of non-market valuation*. Edward Elgar Publisher.

Vásquez, Lavin, F., Cerda, Urrutia, A. y Orrego, Suaza, S. (2007). *Valoración económica del ambiente. Fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones*. Primera edición, Thomson Learning, Buenos Aires, Argentina.

Weiler, S. (2006). A park by any other name: national park designation as a natural experiment in signaling. *Journal of Urban Economics* 60 (1): 96-106.

Wilman, Elizabeth, A and Pauls, Richard, J. (1987). Sensitivity of consumers' surplus estimates to variation in the parameters of the travel cost model. Canadian Journal of Agricultural Economics 35:197-2012.

Sitios web consultados

https://es.wikipedia.org/wiki/Preferencia_revelada

Anexos

Anexo 1. Cuestionario aplicado en la recolección de la información en la presa La Boquilla

Cuestionario

Presentación ante el entrevistado

Buenos días/tardes, mi nombre es _____
soy estudiante de _____ en el estado de _____
y estoy realizando una investigación sobre el costo que
tiene para una familia visitar el sitio recreativo llamado _____.

La información proporcionada es confidencial y no se pregunta nombre del entrevistado ni datos sobre su residencia solo de su lugar de procedencia y la información proporcionada será agregada solo para cálculos de indicadores estadísticos para la tesis del estudiante.

Número de cuestionario _____

Fecha de aplicación _____

Nombre del encuestador _____

Nombre del área recreativa _____

Nombre del lugar del sitio recreativo _____

1. Datos de localización

Ciudad o población _____

Municipio _____

Estado _____

¿Proviene del extranjero?

No ____ Si ____ ¿De dónde? _____

2. Número de viajes al sitio que visita

3. ¿Cuáles son los motivos de su viaje al sitio recreativo?

___ Día de campo

___ Disfrutar el paisaje

___ Acampar

___ Nadar

___ Pasear en bote

___ Pescar con caña

___ Ejercitarse

___ Otro (especificar _____)

4. ¿Cuál fue el medio de transporte por el que se trasladó al sitio recreativo?

Vehículo propio _____

Autobús _____

Otro _____ (especifique _____)

5. ¿Cuántas horas permanecerá en el sitio recreativo? _____

6. ¿Cuántas tiempo le tomo trasladarse de su sitio de origen al sitio recreativo?

Horas _____

Minutos _____

7. ¿Cuántos kilómetros considera le tomo su traslado desde el sitio de origen al sitio recreativo?

Kilómetros _____

8. En caso de trasladarse en autobús propio ¿Cuánto considera gasto o gastará en los siguientes conceptos?

Gasolina \$ _____

Casetas \$ _____

Otros conceptos \$ _____ (especifique _____)

9. En caso de trasladarse en autobús ¿Cuánto considera gasto o gastará en los siguientes conceptos?

Boletos \$ _____

Equipaje \$ _____

Otros \$ _____ (especifique _____)

10. ¿Cuánto considera gasto o gastará en hospedaje? \$ _____

11. ¿Cuánto considera gasto o gastara en alimentación y bebidas? \$ _____

12. ¿Cuánto gasto o gastará en otros conceptos en conceptos no previstos en su viaje?
\$ _____

13. ¿Visita otro sitio recreativo? Sí _____ No _____

¿Cuál? _____

¿Qué población? _____

13. ¿Gasta más por visitar ese sitio?

¿Cuánto? \$ _____
¿Cuánto? % _____

¿Gasta menos por visitar ese sitio?

¿Cuánto? \$ _____
¿Cuánto? % _____

¿Gasta igual? ____

14. ¿Por qué no visita otros sitios?

Son más caros _____
Están más lejos _____
Más kilómetros _____
Más lejos (%) _____
Otras causas _____ (especifique _____)

15. Genero

Masculino _____
Femenino _____

16. Edad _____ años

17. Nivel educativo

_____ Primaria
_____ Secundaria
_____ Preparatoria o equivalente
_____ Licenciatura
_____ Postgrado

18. ¿De cuántos miembros se compone la familia?

_____ Niños
_____ Adultos

19. ¿Cuántos vehículos usan en su viaje? _____

20. ¿Cuál es el ingreso mensual aproximado? \$ _____

21. ¿Cómo calificaría la calidad del agua?

_____ Muy pobre
_____ Pobre
_____ Regular
_____ Buena

_____ Satisfactoria

22. ¿Cómo calificaría la cantidad de agua?

_____ Escasa

_____ Adecuada

_____ Suficiente

23 ¿Qué sugeriría para mejorar el sitio recreativo?

Anexo 2. Resultados econométricos

La corrida del modelo de regresión de Poisson fue realizada en el software estadístico nlogit 5. La salida es la mostrada a continuación.

```
|-> IMPORT;FILE="F:\Encuesta costo viaje 9.xls"$
|-> POISSON;Lhs=NVIA;Rhs=ONE,CTV,INGRES,EDAD,ESCOLAR,GENERO,CONGSIT,CALIAG
,CANTAG$
Iterative procedure has converged
```

```
-----
Poisson Regression
Dependent variable          NVIA
Log likelihood function     -1206.70996
Restricted log likelihood   -1566.10511
Chi squared [ 8](P= .000)  718.79029
Significance level         .00000
McFadden Pseudo R-squared  .2294834
Estimation based on N =   213, K =   9
Inf.Cr.AIC = 2431.4 AIC/N = 11.415
Chi- squared = 3326.23482  RsqP= .3917
G - squared = 1827.26123  RsqD= .2823
Overdispersion tests: g=mu(i) : 3.369
Overdispersion tests: g=mu(i)^2: 3.610
-----
+
```

NVIA	Coefficient	Standard Error	z	Prob. z >Z*	95% Confidence Interval	
Constant	2.70275***	.17052	15.85	.0000	2.36853	3.03696
CTV	-.00078***	.6876D-04	-11.38	.0000	-.00092	-.00065
INGRES	-.00010***	.1290D-04	-8.06	.0000	-.00013	-.00008
EDAD	.01146***	.00305	3.75	.0002	.00547	.01744
ESCOLAR	-.18856***	.03458	-5.45	.0000	-.25633	-.12078
GENERO	.35074***	.07926	4.43	.0000	.19540	.50609
CONGSIT	-.52675***	.06379	-8.26	.0000	-.65179	-.40172
CALIAG	.00100***	.00023	4.40	.0000	.00055	.00144
CANTAG	.32983***	.08331	3.96	.0001	.16655	.49310

```
-----
nnnnn.D-xx or D+xx => multiply by 10 to -xx or +xx.
***, **, * ==> Significance at 1%, 5%, 10% level.
Model was estimated on Jan 10, 2011 at 09:41:58 PM
-----
```

Anexo 3. Muestra del conjunto de datos

En este apartado se muestran 30 observaciones del conjunto de 223 entrevistados.

obs	nvia	ctv	ingres	edad	escolar	genero	congsit	caliag	cantag
1	3	300	7000	54	3	1	0	1	1
2	52	200	5000	44	1	1	0	1	1
3	52	400	5000	46	1	0	0	1	1
4	2	100	2000	27	3	0	0	0	0
5	3	100	2000	34	3	0	0	1	1
6	4	300	2000	25	3	1	1	1	1
7	52	130	2000	52	1	1	0	0	0
8	1	300	7000	36	2	0	0	0	0
9	26	30	9000	29	3	1	1	1	0
10	10	300	3000	35	3	1	0	1	1
11	4	400	2000	23	1	1	0	1	0
12	1	400	10000	30	5	1	0	1	0
13	3	400	7000	40	3	1	0	1	0
14	6	800	10000	22	4	1	0	1	1
15	4	200	5000	29	2	0	0	0	0
16	1	200	3000	27	4	1	1	0	0
17	1	800	5000	25	2	0	1	1	1
18	1	2000	9000	45	4	1	1	1	1
19	1	1400	5000	40	3	1	1	0	0
20	1	800	10000	39	5	0	0	1	1
21	1	400	10000	24	2	0	0	1	1
22	1	300	2000	29	2	1	1	1	1
23	1	600	10000	43	4	0	1	1	1
24	30	1000	10000	42	4	0	1	0	1
25	2	400	9000	33	3	1	1	1	1
26	1	2400	10000	20	2	0	0	0	1
27	3	1000	10000	48	4	1	0	1	1
28	1	4000	10000	27	5	1	1	1	1
29	2	800	7000	28	2	1	1	1	1
30	3	2800	5000	32	3	1	1	1	1