

METODOLOGIA ESTADISTICA PARA ESTUDIOS DE DISPONIBILIDAD A PAGAR (DAP), CON APLICACION EN UN PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Parra R., A.,* Vargas F., V. y Castellar P., C.*****

* *Instituto Cinara, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Cali, Colombia. E-mail: fujico_lee@yahoo.com*

** *Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. E-mail: vivi828es@yahoo.es;
vianavargas@palmira.unal.edu.co*

*** *Escuela de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
E-mail: castella@mafalda.univalle.edu.co*

RESUMEN

Los estudios de Disponibilidad a Pagar (DAP) han sido implementados en el sector de Agua potable y saneamiento, como una herramienta para determinar la viabilidad financiera *ex-ante* de proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento básico, y para promover un mejor nivel de recuperación de costos y la sostenibilidad financiera de los sistemas a construir. A nivel internacional y nacional se ha creado un especial interés en la forma en que estos estudios son aplicados y específicamente en la metodología estadística utilizada para la planeación y ejecución de los estudios.

Este artículo presenta una metodología estadística basada en la revisión de literatura y comparación de modelos estadísticos para estimar la DAP. Se presenta un caso de estudio, donde es aplicada la metodología propuesta, para estimar la Disponibilidad a Pagar por el mejoramiento del servicio de agua para la zona rural del municipio de Jamundí; utilizando el formato referéndum y el formato abierto, aplicando las técnicas de regresión logística; la técnica no paramétrica Turnbull.

Los resultados fueron consistentes y confiables a nivel estadístico, al comparar las estimaciones realizadas por las técnicas de estimación no paramétrica y de regresión logística, con la estimación obtenida por el formato abierto. La DAP promedio por el mejoramiento del servicio de Agua en la Zona rural de Jamundí fue \$1.193 por regresión logística, de \$1.446 por Turnbull y \$1.376 para el formato abierto.

PALABRAS CLAVES

Abastecimiento de Agua, disponibilidad a pagar, regresión logística, técnica no paramétrica turnbull, valoración contingente.

INTRODUCCION

Los proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento Básico (AAS) ayudan a elevar la calidad de vida de las comunidades, al reducir el riesgo de enfermedades causadas por el consumo de agua no potable y un inadecuado manejo de desechos. Esto ha hecho, que la implementación de este tipo de proyectos adquiera una gran importancia en ciudades y zonas rurales que todavía carecen de los servicios ofrecidos por los sistemas de AAS atrayendo inversiones considerables a nivel nacional e internacional.

A pesar de los esfuerzos realizados en este sector, evaluaciones hechas a nivel mundial, mostraron que muchos de los sistemas no habían generado los beneficios para los cuales habían sido construidos, debido a que no estaban operando o se encontraban inservibles, es decir, que aunque las inversiones han sido cuantiosas, estos sistemas no han logrado los impactos positivos esperados en la calidad de vida de las comunidades, dada la baja sostenibilidad de los mismos. En este sentido, el buen funcionamiento y confiabilidad de los sistemas requiere un flujo de fondos permanente para cubrir, por lo menos, los costos de operación y mantenimiento y la administración de sus instalaciones; como consecuencia, la insuficiencia financiera ha sido un factor importante para explicar el bajo mantenimiento de los sistemas y es citado como una razón de las fallas de los proyectos.

El problema principal es la construcción de sistemas con tecnologías que no corresponden a la capacidad y disponibilidad de pago de los usuarios, haciendo que éstas sean insostenibles

financieramente. De aquí que se deba concertar con la comunidad el nivel de servicio que requiere y el que está dispuesta a pagar.

La disposición a pagar es una regla útil para evaluar la factibilidad financiera o económica de un proyecto. Si una cuantificación aproximada de los costos financieros del proyecto excede el promedio estimado de la DAP de los miembros de la comunidad, es poco probable que los ingresos por el pago de los usuarios, iguallen a los costos de mantener, operar y administrar el sistema, a través de cualquier mecanismo de recuperación de costos, lo cual genera dificultades de sostenibilidad del sistema de AAS. Aunque los aspectos de recuperación de costos no son sólo de naturaleza financiera, sino que requiere de políticas financieras adecuadas y procesos para aplicar estas políticas, además de un marco adecuado de organización y estrategias para una participación comunitaria efectiva; la disponibilidad a pagar es una herramienta importante que suministra un marco para estimar los beneficios de los diferentes niveles de servicio, permitiendo establecer alguna apreciación sobre el nivel de servicio y la tecnología más adecuada desde el punto de vista financiero.

Los estudios de Disponibilidad a pagar, basados en un método de valoración económica llamado el método de valoración contingente, son utilizados para valorar bienes de tipo ambiental y en los últimos años se ha incrementado su aplicación en diferentes países de América Latina; sin embargo el proceso de aprendizaje del método ha sido lento e irregular con la consecuencia que un gran porcentaje de estos estudios han aplicado el método de forma incorrecta tanto teórica como estadísticamente.

La DAP es obtenida, a través de la aplicación de una encuesta a los usuarios potenciales del proyecto, donde se indaga utilizando alguno de los formatos de pregunta disponibles para este fin. Algunos de estos formatos son el formato referéndum, múltiple, subasta y abierto, sin embargo aún no hay un estándar sobre cual es el mejor formato, en que condiciones se debe aplicar y cual es el modelo estadístico apropiado para estimar de manera confiable la DAP.

El propósito de este artículo es presentar, algunas pautas para una correcta planeación de estudios de DAP y una metodología estadística aplicada a un caso de estudio, que permita que las estimaciones e inferencias hechas a partir de estos estudios sean precisas y confiables. El caso presentado es el estudio de Disponibilidad a Pagar por el mejoramiento del servicio de agua para la zona rural del municipio de Jamundí (Valle, Colombia); realizado en agosto de 2002 por el Instituto CINARA en el marco del proyecto “*CVC educación Ambiental Jamundí*”. Para este estudio se utilizó el formato referéndum y el formato abierto; las técnicas de estimación para la DAP promedio fueron el modelo de regresión logístico y la técnica no paramétrica Turnbull. Adicionalmente se utilizó el formato abierto como una forma de controlar y validar las respuestas obtenidas del formato referéndum; la estimación de este formato es más sencilla y se basa en estadísticas descriptivas y la estimación de un intervalo de confianza.

METODOS

Esquema Metodológico.

Para el desarrollo de la propuesta, se revisaron las necesidades de información requeridas en diferentes estudios de DAP en el sector de AAS, los tipos de formatos y las técnicas estadísticas utilizadas para la estimación de la DAP y se confrontaron con la teoría económica y estadística con el objetivo de analizar posibles errores y aciertos en los estudios realizados, de tal manera que la metodología propuesta fuera coherente desde lo económico y lo estadístico, y cumpla con los requerimientos de información para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Parra, 2002).

Adicionalmente se comparó de manera estadística la eficiencia en la estimación, a través del formato referéndum, producida por el modelo de regresión logística y la técnica no paramétrica Turnbull.

Con base en los resultados obtenidos en el esquema metodológico, se realizó el estudio de Disponibilidad a Pagar por el mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua para la zona rural de Jamundí.

Estudio de DAP Jamundí.

El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad de pago y la disponibilidad a pagar por el mejoramiento del servicio de agua de los 2.054 usuarios, del acueducto regional (ACUASUR) que abastece 12 localidades la zona rural de Jamundí.

La primera fase fue la planeación, realizada por diferentes profesionales de economía, estadística y sociología del instituto CINARA; en esta etapa se realizaron una serie de talleres y visitas a las diferentes localidades para reconocer las características y la problemática sobre abastecimiento de la comunidad, esta información es fundamental en el diseño del plan de muestreo que incluye aspectos como: objetivos del estudio, método de muestreo, tamaño y selección de la muestra, diseño de la encuesta, formación de los encuestadores, prueba piloto y organización del procesamiento de datos.

Uno de los elementos más importantes y definitivos en el diseño, no solo del cuestionario, sino del estudio mismo, es la definición del formato de pregunta para indagar la Disponibilidad a Pagar, pues de éste depende el tamaño de muestra y la técnica estadística para estimar la DAP. Para este caso, se utilizó el formato Referéndum; este formato requiere un tamaño de muestra grande¹ si la estimación de la DAP es hecha a través de un modelo de regresión de variable dependiente cualitativa (Dicotómica o policotómica). Para la estimación de la DAP se utilizó el modelo de regresión logístico y adicionalmente la técnica no paramétrica de Turnbull². Adicionalmente se utilizó el formato abierto como una forma de controlar y validar las respuestas obtenidas del formato referéndum.

Para la determinación del tamaño de muestra se utilizó el muestreo aleatorio simple y la selección de la muestra se hizo utilizando el algoritmo Fan – Muller para muestreo aleatorio simple. El tamaño de muestra para el estudio fue de 469 viviendas, donde se entrevistó al jefe del hogar, para un error máximo de estimación del 4% y una confiabilidad del 95%. El número de entrevistas final, al incluir las que fueron válidas en la prueba piloto, fue de 536 en diez localidades de la zona rural de Jamundí.

Antes de abordar la pregunta se presenta las características del servicio si se realizara el mejoramiento propuesto, además se realizaron preguntas para que el encuestado valorara el servicio actual, estas preguntas hacían referencia a la percepción que tenía el encuestado sobre la continuidad, presión y calidad del agua que actualmente proveía el sistema de abastecimiento. La forma en que se abordó la pregunta de DAP se presenta a continuación:

“Con el proyecto que adelantan CINARA – CVC y Acuasur y una vez que se realicen las obras propuestas por CINARA, se espera que se presente un mejoramiento del servicio de agua. Tal mejoramiento consistiría en: Tener agua en la vivienda los 7 días de la semana, durante 24 horas./ Agua con suficiente presión para que funcionen bien el sanitario y las duchas, es decir que el agua llegaría con suficiente fuerza para a todos los aparatos sanitarios y llaves de la vivienda./ El agua

¹ Hanemann (1996) recomienda tamaños de muestra no menores de 500 y es mejor cuando se acerca a 1000

² Los principios básicos de estas técnicas se encuentran en Greene (1998), Hosmer (1989), Maddala (1983), Hanemann (1996) para el modelo de regresión logística y Vaughan (2000, 1999), Hanemann (1996) para la Técnica no paramétrica Turnbull.

no tendría suciedad, ni ningún color ni sabor extraño. ¿Estaría usted dispuesto a pagar un valor adicional mensual, a la tarifa de agua que ya paga, de \$X pesos por este servicio de agua mejorado?”

En el caso en que el entrevistado suministrara una respuesta negativa, se indaga las razones por las cuales no estaría dispuesto a pagar y por último se indaga, independiente de la respuesta a la pregunta tipo referéndum, cual es el valor adicional máximo que esta dispuesto a pagar mensualmente por el servicio de agua mejorado. Los precios de oferta para el formato referéndum fueron \$1.000, \$1.500 y \$2.000 pesos.

Estimación de la DAP promedio: Modelo de Regresión Logístico

Para estimar la DAP promedio en Jamundí, el modelo se estableció tomando como variable dependiente la respuesta obtenida a la pregunta tipo referéndum y como variables regresoras se incluyeron variables relacionadas con el jefe del hogar y variables que miden la percepción o información que tiene el usuario sobre el servicio actual de abastecimiento de agua y finalmente la variable precio de oferta que corresponde a los diferentes precios ofrecidos en el formato tipo referéndum, se aconseja utilizar 4 o 5 precios diferentes y asignarlos de manera aleatoria a la muestra seleccionada. El criterio utilizado para la inclusión o exclusión de variables dentro del modelo (comparación de modelos) fue el estadístico de Wald, con un nivel de significancia del 0.05. Para evaluar la bondad de ajuste del modelo se uso el criterio Seudo – R², el porcentaje de clasificación y la prueba de Lesmeshow – Hosmer.

Luego de obtener la especificación final del modelo se evaluaron los supuestos para el modelo y luego se estimó la DAP promedio por familia utilizando la siguiente función de evaluación:

$$DAP_{media} = \frac{F(S)}{\beta_{precio}}$$

donde $F(S)$ es el coeficiente de todas las variables del modelo, incluido el intercepto, multiplicadas por la media de cada variable; y β_{precio} es el coeficiente de la variable precio de oferta.

Estimación de la DAP promedio: Técnica no Paramétrica Turnbull

Esta técnica sólo necesita como información la proporción de respuestas negativas a cada uno de los precios ofrecidos en el formato de pregunta tipo referéndum. Esta técnica provee una manera sencilla de estimación, la desventaja que presenta frente al modelo de regresión es que la DAP sólo esta explicada por la proporción de respuestas negativas a los precios ofrecidos y en ningún caso por otras variables o características del individuo.

Estimación de la DAP promedio: formato Abierto

Cuando se utiliza el formato referéndum, como es el caso de este estudio, es recomendable incluir el formato de pregunta abierta para evaluar la bondad de ajuste de la estimación a través del modelo de regresión y de la técnica no paramétrica Turnbull. En este formato se obtiene la respuesta de la DAP tanto de los individuos que están dispuestos a pagar, como de los que no están dispuestos a pagar la cantidad ofrecida en la encuesta (precio de oferta). La estimación se hace mediante el cálculo del promedio de los valores manifestados por cada entrevistado y la estimación de un intervalo de confianza al 95% para este valor.

RESULTADOS

El éxito de los estudios de DAP reside en la correcta aplicación de la metodología de valoración contingente y de la metodología estadística. En cuanto al tratamiento estadístico es fundamental que

se planea con base en los objetivos del estudio el método de muestreo a utilizar, el tamaño de muestra requerido para garantizar una confiabilidad deseada en las estimaciones y las inferencias realizadas a partir de los resultados del estudio; esta fase de planeación incluye el diseño del cuestionario que minimice la aparición de algunos sesgos característicos en los estudios de DAP y que provea de manera eficaz y acertada la información requerida. En la fase del procesamiento estadístico es necesario, para el caso de modelos de regresión, validar los supuestos inherentes a cada una de las técnicas estadísticas utilizadas.

Para la elección del formato de pregunta se debe considerar que el formato referéndum solo puede ser usado en los casos de muestreo aleatorio o estratificado, donde la población de interés sea lo suficientemente grande para tomar igualmente un tamaño de muestra grande para garantizar los resultados obtenidos por modelos de regresión como el Logit o el Probit. En los casos en que la población sea pequeña y el tamaño de muestra no menor a 200, se puede utilizar este formato, pero la DAP media debe ser estimada por el método no paramétrico Turnbull, ya que el método paramétrico produciría estimaciones inconsistentes (Hanemann, 1996)

El formato múltiple puede ser implementado en poblaciones pequeñas o grandes, en las cuales el tipo de muestreo sea el aleatorio o estratificado. En el caso de poblaciones pequeñas se debe restringir el número de precios utilizados a la expresión $n \geq 20k$ donde k es el número de precios ofrecidos y n es el tamaño de muestra en el estudio, y la técnica recomendada para la estimación es el modelo lognormal para tamaños de muestra menores a 200, y los modelos logit o probit ordenado para tamaños de muestra mayores.

El formato subasta es de tipo iterativo, llamado también formato referéndum doble o triple, dependiendo de la cantidad de precios ofrecidos al encuestado. Debido a la complejidad de este formato, no se recomienda utilizarlo en poblaciones pequeñas, pues requiere un tamaño de muestra tan grande como el formato referéndum.

El formato abierto no requiere de ningún supuesto, por lo que es el más flexible de los formatos, para la estimación se puede usar la estadística descriptiva o inferencial (intervalos de confianza). Este formato es útil como una variable de control para los tipos de formatos mencionados anteriormente. En la figura 1 se muestra el esquema recomendado para la elección del formato de pregunta, basado en la revisión de los diferentes formatos, sus características y los métodos apropiados para la estimación de la DAP promedio.

Estudio de Disponibilidad a Pagar Caso Jamundí.

En la tabla 1 se muestra los resultados de la estimación del modelo de regresión, indicando que ser jefe de hogar³, el número de años estudiados, el precio de oferta, el ingreso y la localidad⁴; son las variables que influyen en la disponibilidad a pagar por el mejoramiento del servicio de agua en la zona rural de Jamundí. Las Jefe de hogar, el ingreso⁵ y el precio de oferta, presentan una relación negativa con la DAP. Es decir que ser jefe de hogar, devengar menos de una salario mínimo y precios de oferta altos, hacen que la disponibilidad sea mas baja comparada con los que no son jefes de hogar y tienen salarios medios o altos. El número de años estudiados y la localidad presentan una relación positiva, indicando que a mayor nivel educativo mayor disponibilidad a pagar.

³ Se definió Jefe de hogar como aquella persona de la vivienda que se encargaba de asignar el Ingreso familiar.

⁴ La variable localidad es una variable que esta representada por nueve variables Dummy. Cada una de estas variables presenta una relación positiva con la DAP.

⁵ El ingreso es una variable dicotómica que toma el valor de uno para ingresos bajos (menor o igual a un salario mínimo) y el valor de cero para ingresos medios y altos.

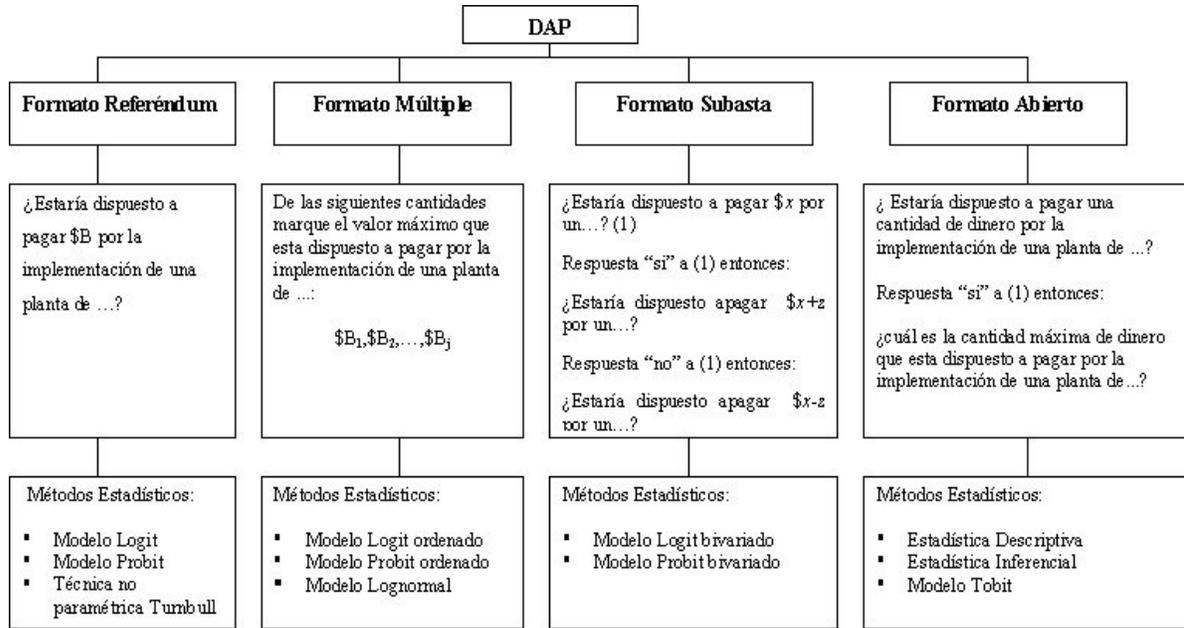


Figura 1. Esquema metodológico para la elección del Formato de Pregunta (Parra, 2002)

Tabla 1. Estimación del modelo de regresión logístico.

Variable	Coefficiente	Desviación estándar	Wald	Significancia
Es Jefe de hogar	-0.4523	0.2249	4.0437	0.0443
Número de Años estudiados	0.0668	0.0300	4.9468	0.0261
Precio de oferta	-0.0010	0.0002	17.4845	0.0000
Ingreso	-0.8331	0.3828	4.7362	0.0295
Localidad			20.9569	0.0128
Constante	0.9523	1.3519	0.4962	0.4812
Seudo - R ² = 25.16%		Porcentaje de Clasificación = 70.28%		
Logaritmo inicial de verosimilitud = 656.14671		Logaritmo Final de verosimilitud = 505,017		
DAP estimada = 1193.279		Probabilidad estimada = 69.7166 %		

Tabla 2 Estimación DAP a través de la técnica no paramétrica Turnbull

Grupo	rango	F _j = N _j / total	P _j	Estimación (\$)
0	0	0,000	0,000	0,000
1	0-1000	0,199	0,199	0,000
2	1000-1500	0,300	0,101	101,105
3	1500-2000	0,411	0,111	166,216
4	>2000		0,589	1178,378
			$\sum_{j=1}^{M+1} [b_{j-1}] p_j$	DAP estimada = 1446 pesos

Saz (1998) plantea que puede aparecer un posible “sesgo al alza cuando se utiliza el formato referéndum” debido a que el precio de oferta proporciona al encuestado información sobre el servicio objeto de estudio. Sin embargo en este caso este sesgo no se presenta, debido a que los usuarios del sistema estaban bien informados sobre la calidad del servicio actual y el ofrecido en el mercado hipotético, además se observa que el valor obtenido por el formato abierto (Tabla 3), que es donde el encuestado expresa libremente el máximo precio que esta dispuesto a pagar, es mayor que el obtenido estimado por regresión logística (\$1.193) y que el intervalo de confianza al 95% contiene la estimación realizada por la técnica no paramétrica Turnbull (\$1.446), lo que indica en

primer lugar una alta valoración por el servicio ofrecido y por consiguiente refleja la deficiencia del servicio actual de abastecimiento; y en segundo lugar verifica la confiabilidad de las estimaciones realizadas a partir del formato referéndum.

Tabla 3 Estadísticas descriptivas para el máximo valor adicional que esta DAP

Medida	Valor (\$)
Mínimo	0,00
Máximo	15000,00
Desviación estándar	1517,89
Media	1376,32
Intervalo- Inferior	1246,56
Intervalo - Superior	1506,09

Estimación de los beneficios del proyecto.

La tarifa que para el momento del estudio pagaban los 2054 usuarios del sistema de abastecimiento era de \$5.000, en la tabla 4 se presenta los beneficios adicionales obtenidos a partir de las estimaciones de la DAP obtenidas de los dos tipos de formatos utilizados y el incremento que representaría en la tarifa estas estimaciones.

Tabla 4 Estimación de los Beneficios del Proyecto

Tipo de Formato	Método	DAP (\$)	Incremento (%)	Beneficio Mensual (\$)	Beneficio por Año (\$)
Referéndum	Logístico	1.193	24%	1.715.295,4	20.583.544,8
	Turnbull	1.446	29%	2.079.058,8	24.948.705,6
Abierto	E. Descriptiva	1.376	28%	1.978.412,8	23.740.953,6

CONCLUSIONES

Los elementos básicos que se deben considerar cuidadosamente en la aplicación del método de valoración contingente es la elección y comprensión del formato de pregunta y la construcción del escenario o mercado hipotético⁶. Este último debe especificar claramente las características del servicio propuesto y el vehículo o forma de pago de la cantidad propuesta en el formato de pregunta. Un factor adicional que puede crear serios sesgos o incoherencia en los resultados es la formación de los encuestadores. En general, el entrevistador es un elemento crítico y clave en la implementación de un estudio de DAP, en términos de una efectiva comunicación del mercado hipotético al entrevistado.

Las estimaciones obtenidas de la DAP promedio son consistentes y confiables, al comparar las estimaciones realizadas por las técnicas de estimación no paramétrica y de regresión logística, con los resultados obtenidos por el formato abierto.

En promedio los usuarios están dispuestos a aceptar un incremento en la tarifa actual que esta entre un 20% y un 30%. Esto lo demuestran los resultados arrojados por las tres técnicas utilizadas para medir el valor de la disponibilidad a pagar.

Los usuarios aceptarían pagar una tarifa entre \$6000 y \$7000, siempre que el servicio mejore, demostrando con esto que los usuarios son conscientes de la necesidad de obtener un mejor nivel de servicio y de los costos que esto representa.

⁶ Algunas recomendaciones específicas para la aplicación de la metodología de valoración contingente en países en desarrollo, se encuentra en Whittington (2002)

REFERENCIAS

- Greene. (1998). *Econometric analysis*. Prentice hall.
- Hanemann W., Kanninen B. (1996). "The statistical analysis of discrete -response cv data" valuing environmental preferences: theory and practice of the contingent valuation method in the US, EC and developing. Oxford: Oxford University press.
- Hosmer D., Lemeshow S. (1989) *applied logistic regression*. Wiley series in probability and mathematical statistics. A-Wiley-interscience publication. Canadá
- Maddala G. (1983). *Limited dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge University press.
- Parra A. (2002). *Metodología estadística para estudios de disponibilidad a pagar en proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento básico*. Tesis de pregrado. Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística. Universidad del Valle.
- Saz Del S., Burguet C. (1998) "El valor de uso recreativo de espacios naturales protegidos: aplicación del método de valoración contingente al parque natural de L´Albufera". *Economía agraria*, **182**, 239-272.
- Vaughan W., Rodriguez D. (2000). *A note on obtaining welfare bounds in referendum contingent valuation studies*. Inter American Development Bank Sustainable Development Department. Environmental division. Washington D.C.
- Whittington D. (2002) "Improving the Performance of Contingent Valuation Studies in Developing Countries". *Environmental and Resource Economics* **22**, 323-367